

115 años

setiembre 2020

88

INGENIERÍA

Asociación de Ingenieros del Uruguay

Integración del ómnibus eléctrico al sistema de transporte uruguayo Dr. Ing. Marcelo Castelli, Dr. Ing. Juan Pablo Fossati y Marcello Gargaglione

Gestión de Lecciones Aprendidas.
Ing. Darling Olano

Los límites del crecimiento.
Ing. Erwin Reizes



Asociación de Ingenieros del Uruguay
Acompañando a la Ingeniería desde 1905

Redactor Responsable
Ing. Miguel Fierro

Diseño Gráfico
Ju Tiscornia

Impresión y encuadernación
Gráfica Mosca
Depósito legal 358055

Contenido

La nueva normalidad



Ing. Miguel Fierro

A seis meses de los primeros casos positivos de COVID 19 en nuestro país, la Asociación se encuentra abocada a funcionar de acuerdo a la “nueva Normalidad”. Nuestra sede permanece abierta en los horarios normales, atendiendo público y cumpliendo con los protocolos dictados por el Poder Ejecutivo.

En este tiempo se han venido realizando varios webinars vía zoom, la mayoría de ellos tocando temas referentes a la situación de la pandemia, como los fueron el primero de “Mayores Prácticas en Seguridad e Higiene en el Trabajo en épocas de COVID 19”, el segundo “El Futuro del Trabajo Post COVID 19” y el tercero “Aspectos Legales a tener en cuenta en Tiempos de COVID 19”. Para no saturar en este aspecto se efectuaron dos charlas más una sobre el Desarrollo de Energías Renovables en el Uruguay y la última, que se realizó en modalidad semi presencial, con el disertante en la sede de la AIU “Realidades y Mitos sobre la Calificación de Procedimientos de Soldadura”. Para los que no pudieron conectarse, pueden acceder a ver las charlas en la web de la Asociación, aiu.org.uy.

En el mes de agosto se comenzaron las obras de mantenimiento de la sede. Luego de 10 años de la reforma se comenzó a hacer un re ordenamiento de los espacios, se mudaron bibliotecas, se cambió un piso original que estaba en mal estado y se están reparando humedades y pintando. Se van a crear nuevas oficinas para “Co-Work” para uso de los socios activos y suscriptores, que esperamos tener inaugurados antes del 12 de octubre, Día del Ingeniero en Uruguay.

En lo que respecta a la Comisión Directiva, luego de un tiempo de efectuar las reuniones vía zoom, en este mes de setiembre se comenzaron a realizar las reuniones de directiva en modalidad semi presencial, a saber, hasta 6 directivos en la sede y el resto conectados a distancia.

Se está evaluando la posibilidad de organizar un encuentro para homenajear a los ingenieros que cumplen 25 y 50 años de socio y de profesión y festejar los 115 años de fundación de la Asociación. Las restricciones de aforo y los protocolos de salubridad serán los que determinen el tipo de evento que se vaya a realizar.

De la misma manera que se viene haciendo últimamente, la Asociación de Ingenieros va a colaborar y participar activamente en Ingeniería de Muestra 2020 que se desarrollará del 19 al 23 de octubre en formato virtual. Dado que coincide con el centenario del nacimiento del Ingeniero Oscar Maggiolo, es por ese motivo que la muestra lleva su nombre.

Este año se van a realizar elecciones en la Agrupación Universitaria del Uruguay según los nuevos estatutos. Para cumplir con los mismos, las agremiaciones afiliadas deben presentar los candidatos para integrar las ternas. Es por este motivo que la Asociación de Ingenieros del Uruguay convocará a otras asociaciones “hermanas” como la AIQU, la AIALU y la AAU a los efectos de conformar las ternas con los respectivos suplentes. En otro orden la AIU participó emitiendo su voto en las elecciones de nuevas autoridades en la OUA y en la AUC. Felicitamos y les deseamos mucho éxito a las comisiones directivas que asumieron en la próxima gestión.



La Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros, UPADI, convocó a sus asociaciones miembros a presentar candidatos a distintos premios. La Asociación de Ingenieros del Uruguay presentó al Ingeniero Martín Alcalá Rubí al Premio Plomada de Oro y al Proyecto Biovalor al Premio Panamericano de Desarrollo Sostenible.

Antes de fin de este año debería haber una Asamblea Ordinaria en la que se eligen las nuevas autoridades, Presidente, Secretario y Tesorero. Debido a la pandemia y a la imposibilidad de hacerla en forma presencial, se están buscando alternativas para que sea en forma virtual. La AIU presentó candidatos para los cargos de Tesorero y Secretario. En esta oportunidad hemos postulado al Ingeniero Rafael Guarga como nuevo miembro de la Academia Panamericana de Ingeniería.

Como pueden ver, a pesar de esta “Nueva Normalidad” los motores de la AIU siguen funcionando, a otro ritmo, en forma constante y adaptándose a los tiempos de COVID 19.

Los límites del crecimiento

Autor: Ing. Erwin Reizes
ereizes@gmail.com



Bajo la impresión de la recesión de 1967, los sucesos del Mayo de 1968 y sus derivaciones, A.King, director dela sección Ciencia de la OECD y A. Peccei , influyente industrial italiano, tuvieron la iniciativa de la creación del "Club de Roma" (CofR) con el fin de transformar la problemática mundial en objeto de su investigación, manejo y administración : Se trataba de encarar un futuro amenazado por el crecimiento exponencial de la población, el subdesarrollo del tercer mundo , desgaste y despilfarro de los recursos, contaminación ambiental, luchas por la distribución de bienes y recursos , carreras armamentistas, tráfico de armas y drogas , crimen organizado , guerras y terrorismo.

Todo ello constituía una evidente toma de conciencia de un gran malestar social que concluía que "así no se puede continuar" y que si se continuaba "algo debía cambiar".

En 1970 Jay Forrester propuso a pedido del CofR, fundamentar científica-cuantitativamente su mensaje mediante su modelo de "System Dynamics" (Worldmodel 3) de simulación en computadoras y conjuntamente con Donnela y Dennis Meadows et al. del MIT fueron encargados de realizar un proyecto de investigación, financiado por la Fundación VW.

El modelo tiene cinco variables: Población y Producción Industrial, como Objetivo y Materia Prima,(MP), Rendimiento del suelo (RS) y Contaminación Ambiental como Restricciones . La variación de los valores de las variables según las tendencias existentes dan como resultado un total colapso mundial por carencia de materia prima, contaminación y destrucción ambiental. La imagen pesimista persiste incluso si se considera la MP inagotable y se duplica el RS.

Se concluyó que "si continua el crecimiento actual de la población, de la industrialización y producción , de la contaminación ambiental y explotación de recursos naturales **LOS LÍMITES ABSOLUTOS DE CRECIMIENYO EN LA TIERRA SERÁN ALCANZADOS EN LOS PRÓXIMOS 100 AÑOS** (es decir en los años 80 del siglo XXI).

No habría colapso sólo si el crecimiento fuese nulo, es decir bajo equilibrio estable, restableciendo la “stationary state economy” ... o un total remodelamiento de la administración de la sociedad mundial.

A pesar de la intrínseca falibilidad del modelo, la historia mostró su esencial justeza en sus múltiples, periódicas y refinadas reiteraciones y puestas al día. Puede ser tomado como base para la toma de conciencia universal de un cambio imprescindible y del remodelamiento social mencionado.

Hoy, a fines de 2019, cuando por incontables lados se proclama la INSUSTENTABILIDAD de nuestro modelo de crecimiento económico-social, se constata sin embargo la insuficiencia o la ausencia de las medidas necesarias para transformarlo. Y la razón de ello es bien clara, aunque casi nuca mencionada directamente: **se trata del régimen de propiedad de los bienes de producción y servicios de toda la humanidad que, de privado, tendría que pasar a ser colectivo, para que el sistema “humanidad y su entorno natural” pudiese ser optimizado globalmente en su transcurso histórico en aras del bienestar global. La sola optimización de los subsistemas no lo permite.** Fundamentalmente, para que este régimen transformado permita a los estados una administración social coordinada que dependa de un modelo global que permita el planeamiento a largo, mediano y corto plazo de todas las funciones y recursos sociales.

Pienso que la autonomía universitaria, en nuestro régimen social , nos obliga a pensar el futuro a largo plazo y proponer al estado los complementos de metas y los subsistemas necesarios para su supervivencia y bienestar , puesto que somos el sistema que este estado ha creado y mantiene con este fin.

En el caso que nos ocupa las estructuras creadas parecen ineficaces e ineficientes.


© Getty Images/L. Schulze

Gestión de Lecciones Aprendidas

Autor: Ing. Darling Olano

¿Qué son las Lecciones Aprendidas?

Se entiende por Lecciones Aprendidas al aprendizaje obtenido en el proceso de realización de un Proyecto, para el caso referenciado en la Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos.

También pueden definirse como el conocimiento ganado por medio de la reflexión sobre una experiencia o proceso, o un conjunto de ellos. Esta experiencia o proceso puede ser positivo o negativo.

Ampliando un poco más la definición, algunos potenciales proveedores de Lecciones Aprendidas en una Organización pueden ser:

- Proyectos
- Seguimiento de Obras
- Operación
- Mantenimiento
- Auditorías internas y externas de Sistemas de Gestión
- Revisión de Procesos
- Compras de materiales/insumos
- Contrataciones de servicios
- Resultado de programación y reprogramación de trabajos
- Gestión de Activos

Y ¿por qué recolectar Lecciones Aprendidas?

Lo más usual es luego de identificar y recolectar lecciones aprendidas, se encuentre difícil disponer de ellas a futuro. Algunos aspectos a destacar:

- El conocimiento adquirido por la experiencia en un contexto, puede extrapolarse a otros ámbitos donde aplique.

- En general, no existe una base de datos de Lecciones Aprendidas por lo que no están registradas de manera uniforme y no es posible contar con el conjunto de todas las Lecciones Aprendidas para su consulta o aplicación futura.

- No se realiza un control de efectividad o trazabilidad de las acciones tomadas, luego de detectar y documentar las lecciones aprendidas en diferentes soportes.

- En general en las Organizaciones, no hay una metodología sistemática aplicable para la Gestión de las Lecciones Aprendidas. Por lo tanto, no están disponibles o es difícil acceder a las Lecciones Aprendidas ya detectadas en la Organización.

- No hay una *Cultura en la Organización** de registrar en forma uniforme las Lecciones Aprendidas, así como de monitorear en forma sistemática su implementación.

- Los modelos mentales tienden a determinar que la Gestión de las Lecciones Aprendidas finaliza en el registro.

Cultura de una Organización*: ***Se refiere a las creencias colectivas, valores, actitudes, maneras, costumbres, comportamientos y conducta de una organización.*

Se trata de lo que el sistema organización establece, fomenta y practica, en cuanto a comunicación, participación de las personas, estilo de dirección, reconocimientos.

La infraestructura y el ambiente de trabajo también contribuyen a la cultura de una organización ya que establecen pautas de trabajo.

¿Cómo gestionar las Lecciones Aprendidas?

Situación actual

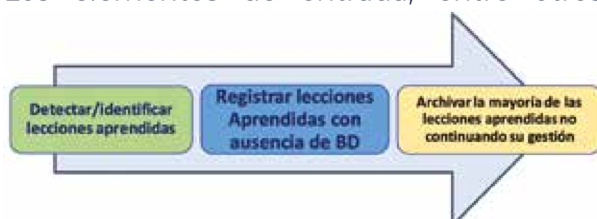
En los casos indicados, luego de realizar las tareas/actividades/procesos, en el caso de registrar los hallazgos, se realiza en forma no uniforme y en variados soportes. Estos registros tienen lugar en soporte papel o en sistemas informáticos diversos que pueden o no tener un formato normalizado, inclusive. Posteriormente y en caso de continuar su

gestión, se procede de forma no uniforme ni normalizada; en algunos casos se hace algún tratamiento posterior, en la mayoría de los casos ninguno.

En una Organización, en general, el proceso de Gestión Lecciones Aprendidas contiene los siguientes subprocesos identificados:

- Detectar/Identificar lecciones aprendidas.
- Registrar las lecciones aprendidas, con ausencia de base de datos en forma estandarizada.
- Archivar la mayoría de las Lecciones Aprendidas no continuando su gestión y no aplicando a futuro las experiencias obtenidas.

En forma esquemática:



Los elementos de entrada, entre otros, pueden ser:

- Proyectos
- Seguimiento de Obras
- Operación
- Mantenimiento
- Auditorías internas y externas de Sistemas de Gestión
- Revisión de Procesos
- Compras de materiales/insumos
- Contrataciones de servicios
- Resultado de programación y reprogramación de trabajos
- Gestión de Activos

Una vez detectadas, debe determinarse un formato normalizado para su registro con campos bien definidos. Se plantea aquí la posibilidad de disponer de ellas en un mismo sitio (base de datos (BD) de Lecciones Aprendidas), por lo que se habilita la posibilidad de su búsqueda, cuando sea necesario, esto es estar disponibles para que puedan aplicarse a situaciones futuras.

Aquí se plantea, a continuación, una propuesta de Gestión de Lecciones Aprendidas que puede ser programado en diferentes soportes informáticos, aquel que defina más adecuado la Organización. Resulta, entonces, un proceso para Gestión de Lecciones Aprendidas que debe ser monitoreado por ejemplo mediante la definición de Indicadores de gestión apropiados.

Una de los temas importantes es que la salida del proceso de Gestión de Lecciones Aprendidas debe ser aplicable a situaciones futuras, son los elementos de salida. Estos elementos de salida (elementos de entrada de futuras actividades), algunos de ellos, pueden ser:

- Mejora
- Mitigación de Riesgos
- Futuros Proyectos
- Futuras Obras
- Tareas de Operación
- Tareas de Mantenimiento
- Futuras compras de materiales/insumos
- Futuros Contrataciones de servicios
- Futuros trabajos
- Programación de los trabajos.

Propuesta para Gestionar Lecciones Aprendidas

Se establece la siguiente propuesta para la situación futura en la Gestión de las Lecciones Aprendidas:



Etapa 1 Etapa 2 Etapa 3

Detalles de la Propuesta

A continuación, se desarrollan las Etapas I, II y III que forman parte de la propuesta para Gestión de Lecciones Aprendidas:

Etapa I: se inicia cuando se han detectado las Lecciones Aprendidas hasta su ingreso (registro) en una base de datos de Lecciones Aprendidas apropiada a la Organización para que permita utilizarlas a futuro.

Para la programación se puede utilizar el soporte informático que la Organización defina más adecuado, para crear una base de datos con un buscador de Lecciones Aprendidas ingresadas, utilizando filtros convenientemente definidos.

Para llevar a cabo esta propuesta de Gestión de Lecciones Aprendidas en la etapa I, se propone el criterio siguiente:

Ingreso:

<Para ingreso de nueva Lección Aprendida en la base de datos:

Ingreso de la lección aprendida

Campo Obligatorio. Para ingreso de la lección aprendida detectada.

Fuentes/Proveedores Internos

Campo Obligatorio. Seleccionar la fuente:

- Proyectos
- Seguimiento de Obras
- Operación
- Mantenimiento
- Auditorías internas y externas de Sistemas de Gestión
- Revisión de Procesos
- Compras de materiales/insumos
- Contrataciones de servicios
- Resultado de programación y reprogramación de trabajos
- Gestión de Activos

Ingreso de fecha de detección

Campo obligatorio. **Seleccionar el día, mes y año en el que se generó la Lección Aprendida>**

Y también aplicará la búsqueda, con filtros convenientemente definidos:

Búsqueda:

<Para buscar la Lección Aprendida que se desea:

Fuentes/Proveedores Internos

Campo Obligatorio.

- Proyectos
- Seguimiento de Obras
- Operación
- Mantenimiento
- Auditorías internas y externas de Sistemas de Gestión
- Revisión de Procesos
- Compras de materiales/insumos
- Contrataciones de servicios
- Resultado de programación y reprogramación de trabajos
- Gestión de Activos

Ejemplos de filtros:

Filtros temáticos

(Campo obligatorio para búsqueda): agregar etiquetas que permitan una búsqueda efectiva. Como mínimo tres (3) palabras claves para búsqueda por fuente.

Filtro por fecha- día, mes y año

(Campo Obligatorio): Seleccionamos el día, mes y año más probable en el que se generó la Lección Aprendida....**se obtiene un conjunto de posibles Lecciones Aprendidas de acuerdo a los criterios de búsqueda >.**

Etapa II. Posteriormente a este ingreso en la base de datos de Lecciones Aprendidas, continuamos la gestión de las mismas con las siguientes etapas, consecutivas y que forman parte de un todo:

- "Análisis causal o de causas" (Campo Obligatorio consistente en dos etapas: descripción del análisis y acción aplicada),
- "Tratamiento" (Campo Obligatorio que describe la forma en que se llevó a cabo la implementación de la o las acciones aplicadas) y
- "Control de Efectividad de las acciones" (Campo Obligatorio que consiste en dos etapas: cómo se controlará la efectividad y si fueron efectivas o no las acciones definidas e implementadas; tanto en el caso afirmativo como negativo, explicitar el resultado del control de efectividad en forma clara, concreta pero lo más detallada posible). Aquí, en este campo ya es posible indicar dónde se aplicará o incluirá la experiencia obtenida de la Lección Aprendida.

Se puede indicar, además: las fechas de registro, responsables en cada caso y fecha prevista para resolver cada etapa.

Etapa III. Corresponde la etapa de implementación de la herramienta metodológica. Se debe efectuar por niveles o en "Cascada". Para dar cumplimiento a este requisito debe disponerse de:

a. Una planificación adecuada de los cursos de implantación en los aspectos siguientes:

i. Listados de participantes bien definida.

ii. Formación de grupos con participantes por temas (según los proveedores de Lecciones Aprendidas).

iii. Un cronograma de implantación y de dictados de cursos realista, que sea posible cumplirlo.

iv. Un contenido de curso que incluya teórico y práctico.

v. Duración de curso de implantación no mayor a 3,5 horas, por ejemplo, una hora de teórico, dos de práctico y media hora para una evaluación.

vi. Disponer de infraestructura adecuada para impartir cursos.

vii. Un instructor por grupo.

b. Se debe realizar la formación de instructores en Técnicas Didácticas, según la definición de cada Organización, dirigida a las personas que impartirán los cursos en "Cascada". Esta es una condición necesaria pero no suficiente ya que además deberá formárselos en la herramienta metodológica para Gestión de Lecciones Aprendidas.

c. Se proponen definir los niveles para la formación en el orden siguiente:

i. Cursos a los futuros instructores.

ii. Cursos con participantes de los niveles gerenciales y mandos medios.

iii. Los nuevos instructores forman a los grupos definidos en a) ii).

iv. En todos los cursos efectuar una prueba de conocimientos no eliminatoria.

En la etapa final es necesario realizar una reflexión y un análisis de resultados de implantación; en caso de ser necesario se efectuarán ajustes en una siguiente versión del soporte informático para Gestión de Lecciones Aprendidas.

Es recomendable realizar un Informe de resultados y establecer plan de monitoreo de la herramienta metodológica, así como como establecer realizarlo con una periodicidad anual.

Referencias

Monografía de "Gestión de Lecciones Aprendidas" del curso Reingeniería y Mejora Continua de Posgrado en Gestión de tecnología (PGT) y Maestría de Gestión de la Innovación (MGI).
Autora: Ing.Ind. Darling Olano Schüsselin

Enseñanzas de las caídas de torres de trasmisión en Uruguay

Autor: Ing. Guillermo Lockhart



Antecedentes. Situación al año 2000

El sistema de trasmisión en alta tensión de Uruguay tiene sus orígenes en la Represa Gabriel Terra, inaugurada en 1945, con dos líneas de trasmisión de 150 kV que la unen con Montevideo.

Posteriormente se construyeron la Represa de Rincón de Baygorria en la década de 1950; la represa de Salto Grande, concluida en 1979, con una línea de 500 kV, y la represa de Palmar, terminada en 1982 con otra línea de 500 kV.

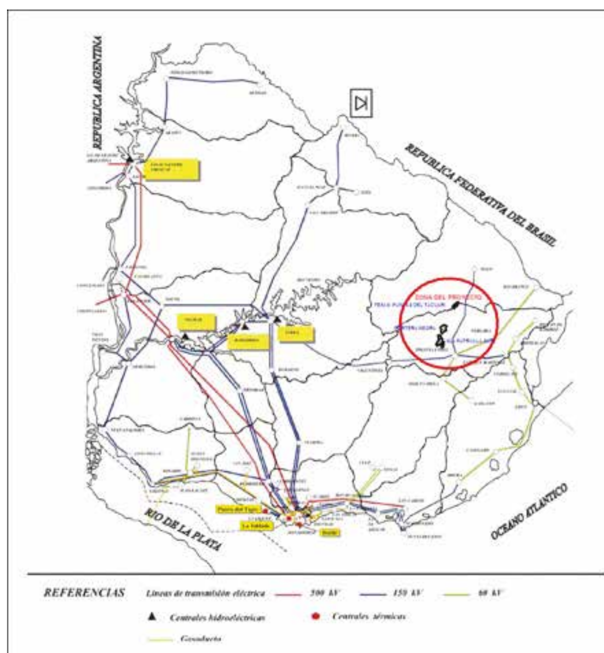
A fines de 1994 se terminó la línea de 500 kV Montevideo-San Carlos.

O sea, básicamente el sistema de trasmisión uruguayo tenía una red de 150 kV bastante anillada y tres líneas radiales de 500 kV, dos de ellas desde las represas de Salto Grande y Palmar hasta Montevideo.

En el área de Montevideo estaban la Central Batlle y la Central La Tablada con su línea de 150 kV.

Caídas de torres de 150 kV

Hasta la llegada de Salto Grande, la máxima tensión de trasmisión era de 150 kV, con interconexión entre las represas, líneas radiales que salían de estas y líneas hacia el principal centro de consumo (Montevideo).



En esas circunstancias, diversos fenómenos atmosféricos provocaron la ocasional caída de líneas de 150 kV, con interrupciones del servicio hacia los centros poblados, a veces muy problemáticas cuando las líneas eran radiales.

Para solucionar esos inconvenientes, UTE diseñó en la década de 1980 un sistema exitoso pero limitado en cantidad de

estructuras modulares de emergencia, que permitió salvar en corto tiempo caídas puntuales de torres en líneas de 150 kV.

Torres de 500 kV

Con el advenimiento de Salto Grande, a través del Contrato SG 07 C, supervisado por quien suscribe durante su permanencia en la represa, se construyó la línea de 500 kV Salto Grande-Montevideo B, que unía la represa con Montevideo, además de las interconexiones con el sistema argentino a través de un cuadrilátero de líneas y subestaciones.

Posteriormente, con la construcción de la Represa de Palmar se construyó una segunda línea de trasmisión que unía esa represa con la subestación de 500 kV Montevideo A.

Para asegurar la trasmisión de energía de Salto Grande a Palmar, luego se construyó la línea San Javier-Palmar II.

A partir de la hipótesis de que la fuerza de un tornado se disipa en un radio de aproximadamente 8 km, y estando esas líneas de 500 kV, en su recorrido, separadas más de 8 km, se consideró que la trasmisión desde las represas estaba suficientemente asegurada.

Basados en el hecho de que en más de 20 años no habían ocurrido caídas de torres de 500 kV en Uruguay y solo dos torres en el cuadrilátero de Salto Grande, en las inmediaciones de Concepción del Uruguay (Argentina), se consideraba que la posibilidad de interrupción del suministro eléctrico por un fenómeno atmosférico era baja.

Por tales circunstancias, no se previeron estructuras de emergencia para el caso de una caída en gran escala de torres y solo se contaba con los repuestos adquiridos contractualmente en ocasión de la construcción de las líneas.

Debe destacarse que para una línea de 500 kV hay más de 10 tipos diferentes de torres, y que estas no son intercambiables, ya que sus fundaciones difieren entre sí.

Todo transcurría con normalidad, hasta que en marzo de 2002 asoló la localidad de Joanicó, distante unos 50 km de Montevideo, con vientos que superaron los 220 km/h. Las torres estaban diseñadas para soportar vientos de hasta 180 km/h.

En tales circunstancias, al ser una zona cercana a Montevideo, donde convergen varias líneas, se produjo la caída de 19 torres de 500 kV de la línea Palmar-Montevideo A, así como de 29 torres de 150 kV.







Problemas surgidos

a) Líneas de 150 kV
Las torres de las distintas líneas no eran compatibles entre sí, y aparte la cantidad de repuestos era muy reducida.

b) Líneas de 500 kV
Pocos repuestos para la cantidad y tipo de torres caídas.

No había suficiente conductor para reponer el servicio.

No había elementos suficientes para reponer todos los constituyentes de una línea (morsetería).

¿Cómo resolver la situación?

Quien suscribe, en aquel momento jefe de Ingeniería de Líneas y Cables de UTE, designado para restaurar todo el sistema de trasmisión, delegó en otro personal de UTE la reparación de las líneas de 150 kV y se abocó, junto con sus colaboradores, a la tarea de volver a poner en funcionamiento la línea de 500 kV Palmar-Montevideo A.

Se señala que las líneas provenientes de las represas de Bonete y Baygorria estaban inoperantes por la caída de sus torres y que la mayor parte del país, incluida la capital, Montevideo, dependía de la energía trasmitida por la línea de 500 kV que unía la Represa de Salto Grande con Montevideo, por lo que en el caso de que esta fallara el apagón sería casi total, situación poco probable, pero que efectivamente ocurrió.

Una falla en la línea Salto Grande-Montevideo B hizo que el país permaneciera prácticamente a oscuras por un lapso de más de cinco horas, hasta que se localizó el desperfecto y pudo repararse.

Volviendo al hecho de que no había suficientes torres para sustituir las caídas y no había suficiente conductor Dove para poner nuevamente la línea en servicio, nos enfocamos en tratar de resolver lo anterior.

La confección de nuevas torres fue descartada desde un principio por los tiempos que significaría su fabricación y traslado desde el exterior.

Lo que sí se hizo en el ámbito local fue la compra de perfiles de acero para sustituir piezas de torres que habían sufrido un deterioro menor.

Luego de varios trámites y mediante contactos personales en la Comisión 21 de Trabajos con Tensión, se llegó a la solución de traer desde la Represa del Chocón en la República Argentina torres arriostradas de 500 kV, con la correspondiente grúa para levantarlas.

Para solucionar el problema de la falta de conductor, se consiguió, en carácter de préstamo, conductor que tenía Salto Grande de repuesto para sus líneas de trasmisión.

Con respecto a la morsetería, se hicieron adaptaciones y se recuperó parte del material dañado por la caída para poner nuevamente la línea en condiciones de servicio.

Fueron arduas jornadas, casi 40 días de trabajo continuo en condiciones totalmente adversas, ya que en ese lapso se produjeron lluvias extraordinarias cercanas a 1.000 mm que destrozaron caminos, empantanaron vehículos y máquinas y entorpecieron el desarrollo de actividades vitales para restaurar las líneas de 150 y 500 kV.

Finalmente, a principios de mayo de 2002, reparadas las torres y utilizando las estructuras modulares para 150 kV para la reparación del sistema de trasmisión en ese voltaje, se volvieron a energizar todas las líneas caídas por el tornado.

Soluciones adoptadas para prevenir nuevas caídas masivas de torres

- Se licitaron en 2003 en Canadá estructuras modulares de emergencia para 150 y 500 kV, con ensayos en fábrica en 2004.

- Las estructuras llegaron a UTE en 2004-2005.

- Se compraron estructuras para armar 12 torres de suspensión tipo chainette u 8 torres de suspensión y 1 amarre en 500 kV, con sus respectivas riendas, anclajes helicoidales y programas de cálculo.

- Esto permitía el montaje de unos 5 km de línea de 500 kV o unos 13 km de línea de 150 kV.

■ Se compró además un equipo Manitou para clavar los anclajes helicoidales y montar las estructuras modulares.

Posteriormente, UTE llamó a una nueva licitación para la compra de torres de emergencia para líneas de 150 y 500 kV.

Para las líneas de 150 kV se adquirieron 26 torres de suspensión o 9 torres de amarre doble terna con conductor Hawk.

Para las líneas de 500 kV, se cambió el diseño de las estructuras chainette adquiridas en 2004, que fueron transformadas en torres monoposte con aisladores tipo Line Post, y se adquirieron nuevas estructuras, lo que totalizó 24 estructuras tipo monoposte. De este modo, se llegó a la capacidad de restaurar hasta 13 km de líneas de 500 kV en caso de una nueva caída masiva de torres.

Con estas medidas, se estima que se está en condiciones de afrontar con éxito posibles fenómenos atmosféricos extraordinarios.

Ing. Guillermo Lockhart Genta
Director de Line Ingenieros
Montevideo, Uruguay
guillermolockhartgenta@gmail.com



RUTA ELÉCTRICA

Bella Unión
Artigas
Tranqueras
Salto
Tacuarembó
Paysandú
San Gregorio de Polanco
Young
Arroyo Grande
Puntas de Malbajar
Fray Bentos
Sarandí de Yí
Durazno
Dolores
José Enrique Rodó
Trinidad
Alejandro Gallinal
Chuy
Nueva Palmira
Florencio Sánchez
Parque Nacional de Santa Teresa
Carmelo
San José de Mayo
Rosario
Tala
Canelones
Colonia del Sacramento
Punta de Valdez
La Paz
Rocha
San Luis
Maldonado
Montevideo
Punta del Este

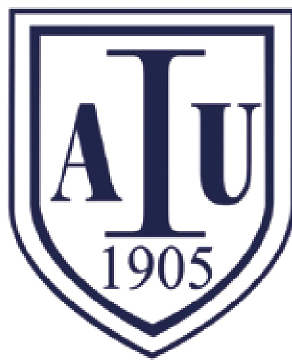
NACE UNA **NUEVA FORMA DE VIAJAR**

UTE presenta la primera **Ruta Eléctrica de América Latina.**
Ahora podés viajar en tu vehículo eléctrico, gracias a los puntos de carga ubicados en estaciones ANCAP. Es el primer paso hacia una **red de recarga que unirá todo el país** a través de las principales rutas nacionales.

El futuro es eléctrico, UTE te acompaña.



La energía que nos une



¿QUÉ ES AIU?

La AIU es una asociación civil con finalidad gremial fundada el 12 de octubre de 1905, con personería jurídica reconocida por Resolución del Poder Ejecutivo de fecha 28 de julio de 1922.

¿QUÉ HACEMOS COMO ASOCIACIÓN?

Fortalecemos permanentemente la institución para beneficio de sus asociados, de la profesión en general y de la sociedad. Promovemos la comunicación y el intercambio técnico y de experiencias entre asociados. Nos relacionamos con instituciones nacionales y extranjeras.

¿QUÉ BUSCAMOS?

Ser reconocidos como una institución referente de la ingeniería nacional y contribuir mediante su superación al desarrollo de la ingeniería del país, al progreso y bienestar social y a la dignificación profesional.

Integración del ómnibus eléctrico al sistema de transporte uruguayo.

Autores: Dr. Ing. Marcelo Castelli (MCT- ESCO),
Dr. Ing. Juan Pablo Fossati (MCT-ESCO)
y Marcello Gargaglione (CUTCSA).

El presente artículo recoge los resultados parciales del proyecto que se encuentran ejecutando en conjunto desde mediados de 2019, CUTCSA, MCT-ESCO y el CEIT de la Universidad de Navarra, con financiamiento del Fondo Sectorial de Energía de la ANII. El objetivo del presente proyecto es el poder estudiar los recorridos capaces de ser realizados por los ómnibus eléctricos, sin modificar el esquema de trabajo de CUTCSA. Para esto se han modelado los vehículos y se han realizado simulaciones de distintos recorridos, incorporando en las simulaciones, datos reales de posición, velocidad, ocupación y perfil orográfico tomados de los recorridos realizados por los coches a combustión. Con estos datos, se han estudiado las distintas líneas que es posible realizar de forma "pura" (durante todo el turno el coche realiza el mismo recorrido) y las líneas que pueden ser combinadas durante el turno o el día. En paralelo, se ha instalado un sistema de gestión de carga (el cual ha sido testeado con una primera tanda de automóviles eléctricos, para posteriormente utilizarlo en los ómnibus) el cual permite conocer en todo momento qué coche se encuentra cargando en cuál estación de carga, en qué horario, y a partir de estos datos, asignarle a cada vehículo una cuenta corriente de energía en cada tramo horario, con el fin de poder asignar costos energéticos a cada vehículo.

Modelado de los vehículos:

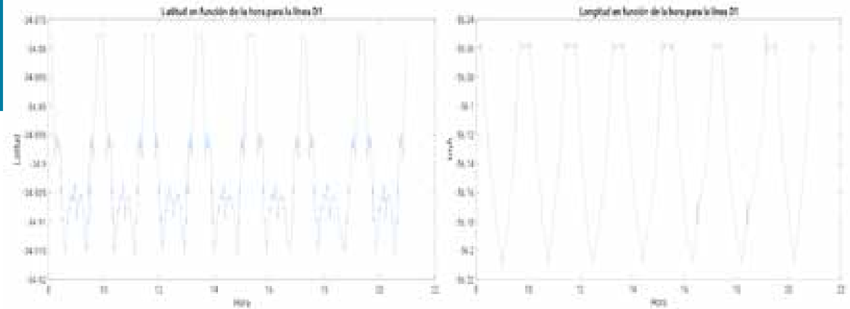
Durante la primera etapa del proyecto se han llevado a cabo tres actividades principales: Modelado de los vehículos eléctricos (automóviles y ómnibus), simulaciones y ensayos para validación de los modelos. En una primera instancia CUTCSA, MCT-ESCO y el CEIT trabajaron en forma conjunta con el fin de determinar los parámetros necesarios para la generación de los modelos. Dichos parámetros están compuestos por las especificaciones técnicas de los vehículos y las variables asociadas a cada recorrido en particular. Cabe señalar que algunas de las variables fueron estimadas debido a la imposibilidad de obtener valores exactos de las mismas. Uno de los puntos a estudiar en las simulaciones y ensayos que se han llevado a cabo es la influencia de dichas estimaciones en los resultados finales.

En lo que respecta a los recorridos de los ómnibus se estudiaron las líneas CA1, D1 y D10. A continuación se muestran ejemplos concretos para algunas de las variables recabadas.



Figura 1: perfil de velocidad para un recorrido

Figura 2: latitud y longitud en función del tiempo para un recorrido



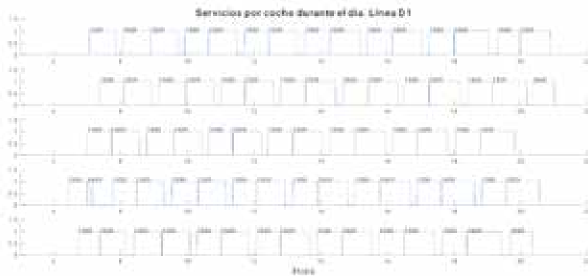


Figura 3: servicios realizados por coche

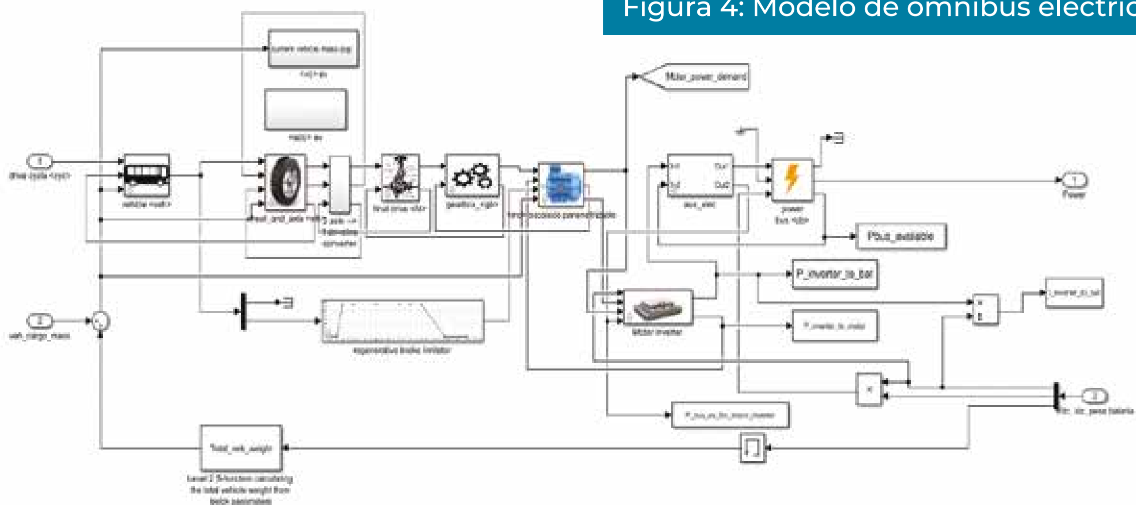
Una vez recabada toda la información se comenzó con la generación del modelo de los vehículos eléctricos. Dichos modelos fueron realizados mediante un software especializado basado en Matlab Simulink el cual contempla aspectos dinámicos, eléctricos y de control. Actualmente la actividad de modelado se encuentra en su etapa final de ajuste respecto a los datos reales recabados de los coches eléctricos ejecutando las rutas proyectadas.

En la figura 4 se muestra el diagrama de bloques correspondiente a una parte esencial del modelo desarrollado.

En esta parte principal del modelo, se calcula la potencia demandada a la batería para la tracción del vehículo y para el abastecimiento de los consumos auxiliares, como puede ser la climatización. El consumo de tracción se calcula a partir de la masa del vehículo, los ciclos de velocidad, la pendiente y carga de pasajeros. Al mismo tiempo, a partir de los datos de tensión e intensidad de batería se calcula si el vehículo es capaz de alcanzar la velocidad deseada e indicada en el perfil.

Por la entrada número 1 del modelo, ‘drive cycle <cyc>’, se introduce el perfil de velocidad de la ruta a realizar. En el bloque, ‘vehicle <veh>’, se calculan la velocidad y la fuerza lineal necesarias dadas las condiciones de velocidad requerida para cumplir el ciclo de velocidad, la pendiente y la masa total a transportar. El cálculo de la fuerza lineal necesaria se obtiene mediante la suma de las fuerzas de rozamiento que aparecen en el contacto entre las ruedas del vehículo y la carretera, la fuerza necesaria para ascender por la pendiente a la que se encuentre el vehículo, la fuerza de fricción con el aire que es necesario vencer y la fuerza necesaria para acelerar y así alcanzar una velocidad mayor a la anterior (en caso de que el requerimiento sea desacelerar, ésta será una fuerza negativa, al igual que en el caso de la fuerza para ascender si la pendiente es descendente). Esta última fuerza considerada es la conocida fuerza de inercia asociada al movimiento (aceleración) del vehículo.

Figura 4: Modelo de ómnibus eléctrico



En el bloque, 'wheel and axle <wh>', la velocidad y la fuerza lineal calculadas en el primer bloque se limitan según la fuerza de rozamiento que los neumáticos pueden transmitir sin deslizar (coeficiente de rozamiento entre el material del neumático y el del pavimento de la carretera), y se calculan entonces la velocidad angular que se necesita tener en el eje de tracción. También se calcula el par teniendo en cuenta las pérdidas en la transmisión mecánica y la inercia del eje en rotación y se divide el requerimiento de fuerza entre los ejes tractores. Este reparto se lleva a cabo según ratios que expresan la fuerza de tracción que soporta cada eje en relación con la fuerza total de tracción, lo cual depende de qué ejes se han definido como tractores.

Asimismo, en los restantes bloques de la transmisión se realiza el cálculo de los valores necesarios y alcanzables de par y de velocidad angular en las diferentes etapas. Concretamente, en el bloque '2 axle --> 1 driveline converter' se obtiene el par total requerido sumando los pares requeridos en cada eje tractor calculados en el bloque anterior, y en paralelo se calcula el par y la velocidad que realmente se pueden obtener para cada eje. En el siguiente bloque 'final drive <fd>' se obtiene el par y la velocidad requeridos al final del último elemento de transmisión a las ruedas (final drive en inglés) teniendo en cuenta tanto las pérdidas como un posible factor de transmisión, así como los valores disponibles al inicio del mismo elemento (entendiéndose el inicio la parte más cercana al motor y el final la más cercana a las ruedas).

El siguiente bloque de la parte de tracción es el bloque del motor, '<mc>', que, trabajando en tracción, determina por un lado la potencia eléctrica que se necesita y por otro calcula la potencia mecánica (en términos de par y velocidad angular) que realmente se puede obtener dada la potencia eléctrica disponible. En regeneración, estos cálculos se corresponden respectivamente con la potencia eléctrica que el motor es capaz de regenerar, y con la potencia mecánica de frenado resultante de lo que realmente se le permite regenerar, que se encuentra limitado por la potencia eléctrica que la batería pueda absorber

A continuación, el inversor del motor cuantifica las pérdidas que se producen en el inversor. Así, a partir de la potencia eléctrica que necesita el motor calcula la que se debe solicitar a la batería. De la misma forma, en el caso de la regeneración; calcula la potencia eléctrica que le llegaría a la batería una vez descontadas las pérdidas en el inversor.

Una vez el sistema ha simulado todos los bloques anteriormente descritos, se generan los resultados de la simulación, tanto en forma de perfiles (evolución de una variable a lo largo del tiempo) como en forma de resultados numéricos. Entre los resultados que se obtienen, se encuentra el SoC, que hace referencia al porcentaje de energía almacenada en la batería. Este es el valor más importante a tener en cuenta de cara a introducir una solución de electromovilidad en una ruta. Gracias al SoC, se puede conocer si el coche será capaz de operar en dicha ruta durante una jornada realizando únicamente



Figura 5: recorrido línea CA1



recargas nocturnas o si, por el contrario, es necesario realizar cargas de oportunidad durante la jornada. Entre los datos numéricos figuran el consume medio (kWh/km) o los valores de velocidad media.

Resultados de las simulaciones:

A continuación, se detallan los resultados de una simulación realizada para la línea CA1 un día hábil en un trayecto completo: salida Tres Cruces a las 07:00:39hs / llegada Tres Cruces a las 8:02:50hs. Las siguientes figuras muestran respectivamente los recorridos Tres Cruces/ Ciudad Vieja y Ciudad Vieja/Tres Cruces. (Ver figura 5.)

La siguiente figura muestra como varía el estado de carga a lo largo del trayecto.
En forma paralela se han realizado ensayos de campo con el fin de ajustar y terminar de validar los modelos generados.

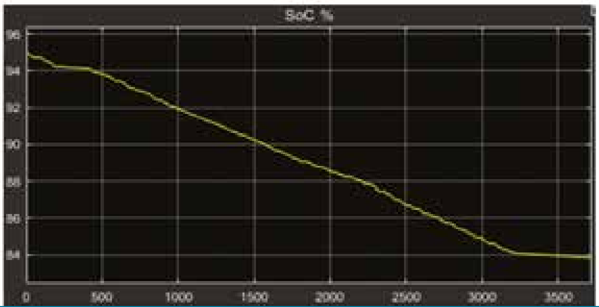


Figura 6: estado de la batería (%)

Sistema de gestión de carga:

En los distintos puntos de carga se han instalado sistemas de monitoreo y control que permiten, a partir de una simple instalación de un TAG pasivo en el coche, distinguir qué coche se encuentra en cada punto de carga y a través de la recolección y el envío de datos a la plataforma de gestión energética OSMA, desarrollada por MCT-ESCO, conocer en tiempo real el perfil de carga a partir de dashboard confeccionados a medida, generar reportes diarios, semanales, mensuales y conocer los consumos mensuales de cada unidad y su costo asociado.


Figura 7: estación de carga

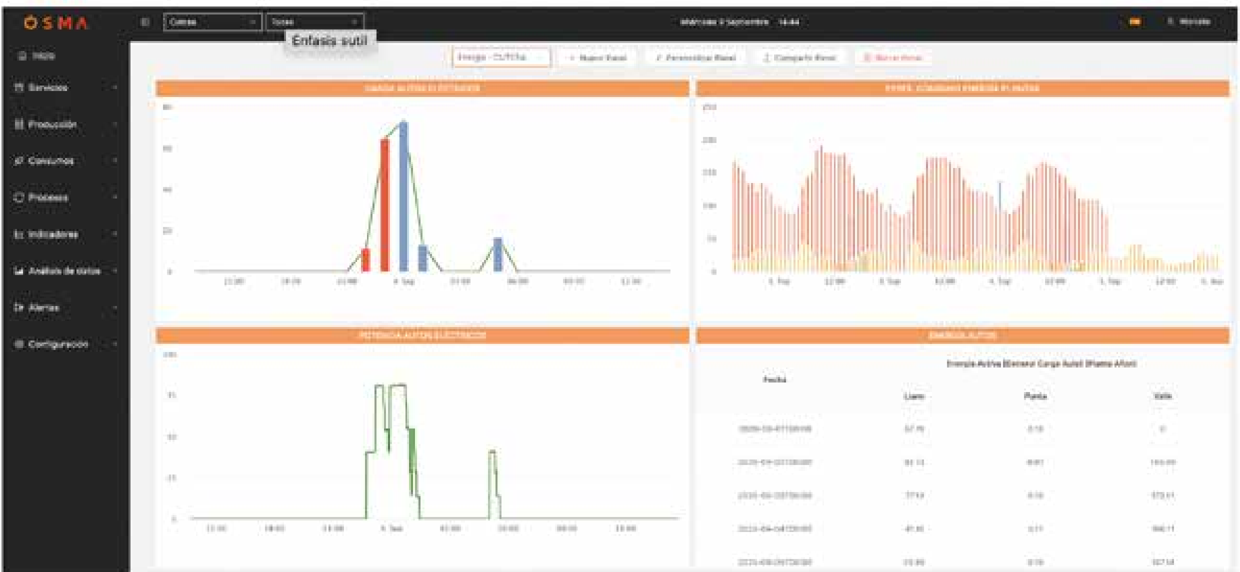


Figura 8: dashboard de consumo de energía de los coches

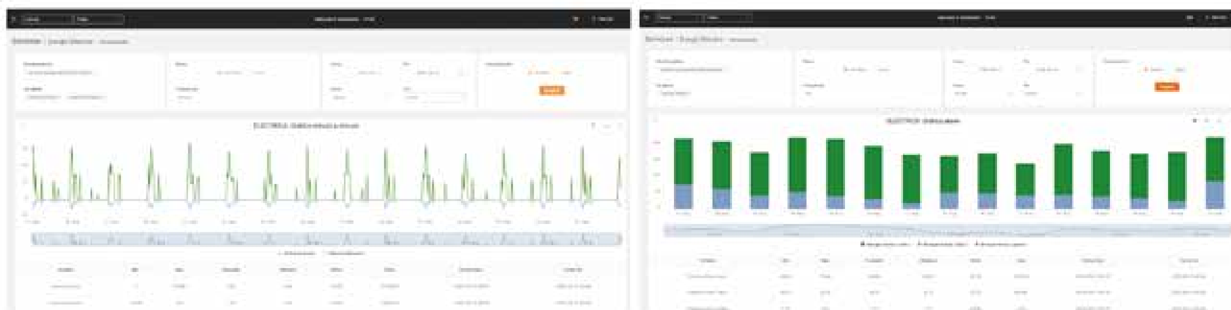


Figura 9: dashboard de consumo de energía de los coches

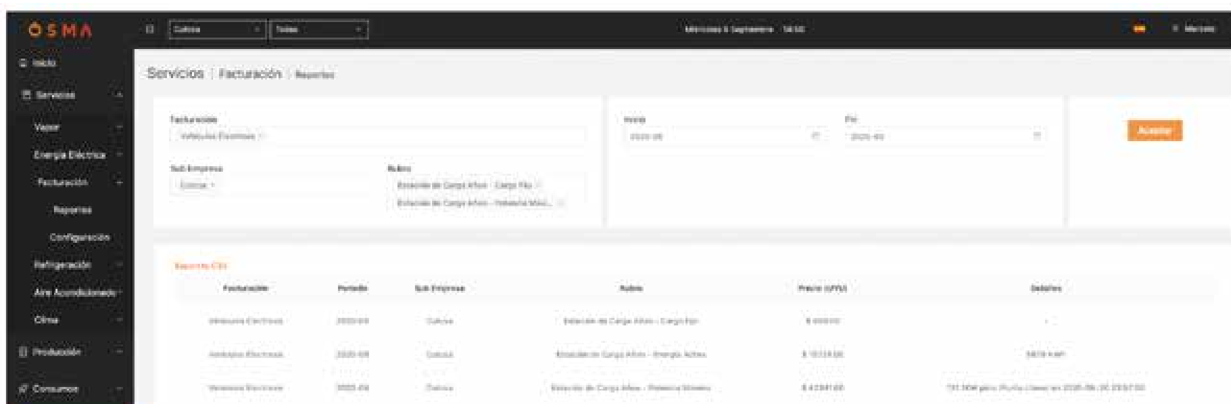


Figura 10: facturación mensual

A continuación, se presentan ejemplos de los datos recabados y la visualización de los mismos:

Análisis de rutas combinadas:

Desde hace algunos meses, se ha analizado la posibilidad de realización de rutas combinadas por parte de los vehículos eléctricos. En este sentido, se ha comenzado estudiando la viabilidad de la sustitución de los ómnibus a combustión por ómnibus eléctricos para una combinación de las líneas CA1, D1, D1 on

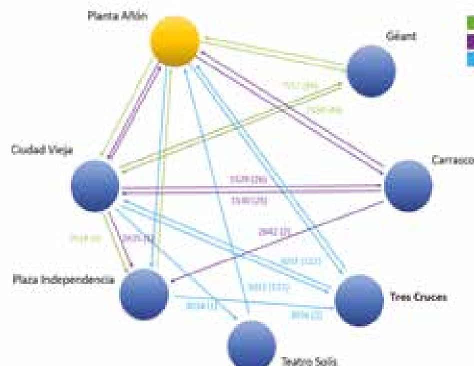


Figura 11: estudio de rutas mixtas

el requerimiento mínimo de vehículos y la posibilidad que estos cambien de línea durante una misma jornada (recorridos mixtos). En la siguiente figura se muestran los recorridos analizados:

Conclusiones:

Si bien el proyecto aún no ha finalizado, es posible obtener conclusiones parciales respecto a las actividades realizadas. Se ha obtenido un modelado matemático de vehículos eléctricos satisfactorio, que se ha podido ajustar para corresponderse con la realidad. Se ha implementado un sistema de gestión energético que permite gestionar la recarga de la flota de forma eficiente. Por último, el proyecto se encuentra en fase de evaluación de rutas mixtas, con el fin de poder generar una herramienta que permita simular la combinación de rutas que se desee a partir de ingresar los perfiles orográficos y de velocidad de los coches a realizarlas.

Historia del alumbrado eléctrico en Uruguay

Autor: Ing. Pablo Thomasset

Parte 2 (1883..1886): Sistema Brush y la Trilladora

Continuamos esta historia del Alumbrado Eléctrico en Uruguay, que en artículo anterior, Parte 1, detallamos las primeras licitaciones públicas, para el alumbrado; comenzando con fogones, candelas, velas de sebo, alumbrado a gas, y terminamos con la primer lámpara eléctrica que enciende en Uruguay; en el frigorífico Liebig en Fray Bentos.

En "La Plata" Argentina, año 1884

En Argentina, en la flamante nueva ciudad de La Plata, la empresa Cassels, en 1884 instala una torre luminosa. Tal sería la poca luminosidad del cielo nocturno en esa época, que el resplandor o reflejo se veía desde Buenos Aires y Colonia en Uruguay. La instalación de alumbrado se completó en julio/agosto de 1886, con lámparas incandescentes por la empresa filial de Don E. T. Puleston.

Decía el periódico "A PATRIA Orgao dos interesses da colonia brasileira no Rio da Prata", edición del Domingo 19 de Octubre de 1884; "Se realizó en la nueva ciudad de La Plata una experiencia de alumbrado por luz eléctrica de Brush con lámparas colocadas en una torre de 50 metros de altura. Algunos colegas argentinos aseguran que la luz fue vista a 65 millas de distancia, pero haciéndole precio al exagerado comentario, es posible que los focos se hayan visto a unas 15 o 16 millas".

El vecino Juan Cruz Ocampo, se comprometía a instalar similar alumbrado eléctrico en Montevideo por 90.000 $, con un gasto mensual de energía de 550 $. El anterior sistema de alumbrado por gas demandaba 16.000 $ mensuales.

La Usina "Brus" (en realidad BRUSH), año 1885

Dice un historiador, allá por 1885, cuyo nombre no logramos conocer;

"... la planta de generación de aquella usina estaba constituída por una trilladora y por un dínamo sistema "Brus", y agrega que ya por defecto de los cables, de las máquinas o de los electricistas, el funcionamiento de la lámparas, que orgullosas pendían de unas columnas de madera colocadas en cada esquina, fué deficiente, y que, como consecuencia de ello, al poco tiempo de su inauguración tuvo que cesar. Pero la idea ya había sido lanzada. Mal o bien, la luz eléctrica nos había alumbrado y habíamos podido observar, además, que el viento era impotente para extinguir la "llama", como así ocurría con la de los faroles de gas, circunstancia que obligaba a los faroleros, al más leve soplo de brisa, a correr caña en ristre para que la llama del "pico" resurgiera a la vida."

Así se describe, ¡el primer intento de Alumbrado Público Eléctrico del Uruguay!año 1885.

Periódico "LA BANDIERA ITALIANA", año 1885

Decía el periodico "LA BANDIERA ITALIANA" Giornale Politico, Letterario, Commerciale, de Montevideo y Buenos Aires del Sabato Lugio 1885;

"Esperiment di luce elettrica - Fra poco avranno luogo in questa cittá esperimenti de luce elettrica, sistema Brush, per dimostrare la superioritá di tal classe d´illuminaziona su tutte le altre. Gli esperimenti si faranno in via 18 de Julio per tutto il tratto compreso fra le Piazze Cagancha ed Indipendenza. Gli apparati e ilirimanmente necessario alla bisogna s´aspettano da Nuova York. Tali esperiment verranno fatti per conto della ditta W.R. Casselle e Ca. di Buenos Aires, concessionaria della illuminazione de La Plata."

Don Juan Cruz Ocampo

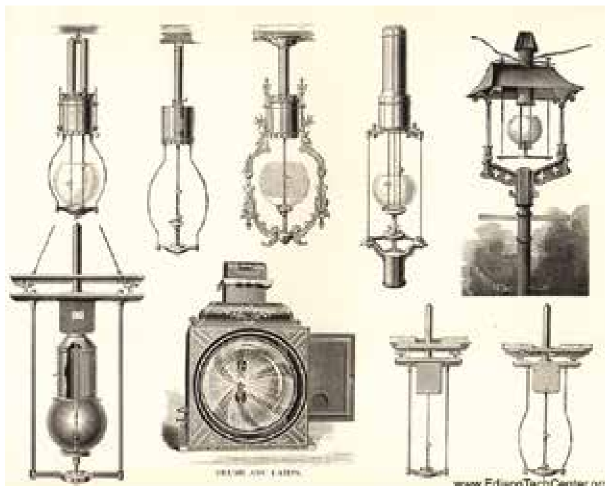
"En setiembre de 1885 don Juan Cruz Ocampo, vecino de Buenos Aires, propone a la Junta Económico-Administrativa de Montevideo el establecimiento de una iluminación eléctrica en las Plazas Constitución, Independencia y Cagancha, y en las calles que las unen, o sea dos cuadras de la calle Sarandí, y seis cuadras de la calle 18 de Julio."

Esta primera red eléctrica consistió en; 10+2+6+10+12 postes de madera + focos, en plaza Constitución, Independencia y Cagancha. En la Plaza Independencia una torre piramidal de hierro de 150 pies (30 metros) de altura y 25 pies de base, con 6 focos (luminarias).

Otra torre en la Plaza Cagancha detrás de la columna de la Paz (Estatua de la Libertad del Uruguay), de hierro de 134 pies de altura y 20 pies de base con 4 focos. Focos todos de 2000 bujías (o velas), del tipo arco voltaico marca BRUSH. Focos (luminarias) con vidrio claro en las torres y vidrio opaco en los postes. Focos importados por la Casa Cassels, de Walter R. Cassels, desde Cleveland Estados Unidos. Un flujo luminoso isotrópico de Bujía o Candela, produce una intensidad luminosa de 1 Lux (Lumen/m2).



Brush Central Power Station Dynamos New York 1881



Lamparas de Arco construidas por Charles Brush

Charles Brush y el alumbrado con corriente continua

Los orígenes del Grupo "BRUSH" se remontan a 1876, cuando Charles Francis Brush inventó su primer "dinamo eléctrico" y poco después estableció la primera compañía de su nombre, "Anglo-American Brush Electric Light Corporation", en Londres, Reino Unido Inglaterra. En los estados unidos una segunda compañía, "BRUSH Electric Company", se estableció en 1880, que en 1891 se convirtió en parte del gigante de la electricidad, fundado por Thomas Alva Edison; General Electric.

Charles Brush (1849-1929) en la granja de sus padres en Cleveland, se interesa por los experimentos de Humphry Davy con el arco eléctrico, y generadores de electricidad estática, a los 12 años de edad, experimentando en el taller de la granja. En la escuela secundaria de Cleveland, el joven Cherles Brush experimenta con lámparas de alumbrado o iluminación por arco eléctrico, en su propia casa, experimentando con pasta de residuos de carbón, con los que construye barras a modo de electrodos, que conecta a un dynamo, junta los electrodos y al abrirlos establece un arco que produce luz.

El arco quedaba confinado a un bulbo o cristal de vidrio tal las lámparas de gas en la época. Las barras de carbón caliente, quiebran y caen en trozos, despedazamiento que disminuye una vez se consume el oxigeno dentro del bulbo de cristal de vidrio. (Fuente: "Modern Wonder Workers" Vol.i por W Kaempffert, 1924)

Sus méritos le merecen graduarse con honores de la escuela en 1867, en 1869 se graduá en Minería en la Universidad de Michigan, y en 1880 culmina su Doctorado (su PhD) en la Universidad de "Case Western Reserve".

En 1876 obtiene financiamiento bancario por la "Wetting Supply Company" de Cleveland para diseñar y construir su "dynamo" para energizar alumbrado eléctrico con lámparas de arco. Su diseño comienza con base al dinamo de Zenobe Gramme, pero luego evoluciona a una armadura con anillo de retencion ("Retaining Ring Armature") diseño

original de Antonio Pacinotti, logrando patentar su desarrollo; U.S. Patent 189,997 ("Las mejores formas de aparatos magnetoeléctricos en la actualidad ante el público son innecesariamente voluminosas, pesadas y caras, y son más o menos derrochadoras de energía mecánica".)

Su diseño es ensayado en Junio de 1878, consistía en; un motor, el dynamo, y lámparas de descarga en serie. En San Francisco abre la denominada "California Electric Light Company", la primer central eléctrica del mundo, vendiendo electricidad a quien quisiera pagar por ella. Dos generadores dynamo tipo Brush, y un total de 20 lámparas de arco en serie, con una tarifa de 10$ por lámpara por semana. Fue tal el existo que en seis meses debió triplicar la central eléctrica. La municipalidad de la ciudad, se sumo al emprendimiento y le compro servicio alumbrado público con 20 postes con 4 lámparas cada poste.

En 1880, la ciudad de Wabash en Indiana EEUU, deciden alumbrar su ciudad con el sistema de Charles Brush. Compra el generador dynamo y lo instalan en la corte, y en el domo del edificio instalan 4 columnas o postes con lámparas de arco. En la noche, en la inauguración se acercan 10.000 personas, testigos de aquella maravilla sobrenatural. Aquella extraordinaria luz, que dejaba la manzana del edificio de la corte, como si fuera de día, era superada por la luz solar en el día. Personas de rodillas, emitiendo gritos y gemidos, otros azorados permanecían como tontos, admirando aquellas sorprendentes luces. Nuestro amigo Charles Brush era el rey del alumbrado. Pero eso no duraría mucho tiempo, ya que la carrera por el desarrollo eléctrico recién comenzaba, le seguían los talones Thomas Alba Edison y Elihu Thomson. (Fuente: "Beloved Scientist Elihu Thomson" "A Guiding Spirit Of Electrical Age", 1944)

En 1879 instala en la tienda Wanamakers Filadelfia el primero Alumbrado Eléctrico con Dynamo BRUSH y lámparas de arco. Descubre que puede instalar la lámparas en serie, y así elevar el voltaje de salida de su generador, con 10 lámparas de 100 Voltios el generador debía alcanzar los 1.000 Voltios, aunque Charles Brush en esos años no tenia como medir voltajes ni corrientes, era capaz de iluminar tanto una gran tienda como una ciudad.

En 1880 la municipalidad de Wabash en Indianda, caen en la cuenta que el sistema de Charles Brush les ahorraria 800 dolares por año en gastos de iluminación, a Gas de Carbon (monoxido de carbono) o con Aceite de Ballena en esa época.

En 1884 en Sudamérica se instala y pone en marcha el sistema de Charles Brush en La Plata Argentina, y en 1886 en Montevideo Uruguay, como veremos en los presentes textos de Marcos Medina Vidal, único historiador que tomo nota en su libro de semejante evento en la historia de la electricidad, ya no en Uruguay, sino en el Mundo entero !!

Charles Brush también patenta desarrollos de lámparas de arco, y en 1877 desarrolla electrodos de barras de carbón, con electro-plateado en cobre, a fin de aumentar la vida útil de las lámparas de arco, del orden de 100 horas en esos años. La empresa de Charles Brush suministra redes de Alumbrado Eléctrico por lámparas de arco, en varias ciudades en los Estados Unidos; Nueva York, Boston, Filadelfía, Baltimore, Montreal, Buffalo, San Francisco y Cleveland.

NO TENEMOS COMO CONFIRMALO, PERO SEGURAMENTE MONTEVIDEO y URUGUAY FUE ASI PIONERO ENTRE NO MAS DE UNA DOCENA DE CIUDADES EN CONTAR CON ALUMBRADO PUBLICO ELECRICO ANTES DE 1890.

"LAURAK-BAT" publicación quincenal de Montevideo, Año VI-Número 106 de Julio 31 1882, dice que el sistema BRUSH fue contratado para el alumbrado eléctrico de los puertos de San Sebastian e Iran.

En 1889 la Compañia BRUSH es fusionada con la Thompson-Houston Electric Company, mas la Edison General Electric Company, y las tres conforman la actual Compañía General Electric.

Charles Brush era miembro de la AIEE (actual IEEE), y en 1913 se le concedió el premio medalla "AIEE Edison Medal"; con mención "Por el mérito y logros alcanzados en la invención y desarrollo del alumbrado público por arco eléctrico".

Primer Generador Eólico fue Brush
Fué en el invierno de 1887 cuando Charles construyó su generador eólico. Era gigantesca, en la foto podemos ver a una persona diminuta a su derecha.
El diámetro de rotor era de 17 metros y tenía 144 palas fabricadas en madera de cedro. Funcionó durante 20 años y cargaba las baterías que Charles tenía en el sotano de su mansión. La potencia que podía generar, seguramente muchisima para la epoca, pero ridicula en la actualidad, era de 12 Kw.
Asi pasaron 80 años sin avance alguno en la tecnología de generadores eólicos, hasta el año 1957 que el ingeniero danés Johannes Juul fabricara el primero apto para corriente alterna.

Alumbrado de corriente alterna

Los grandes generadores de corriente alterna de dos fases fueron construidos por un electricista británico, J.E.H. Gordon, en 1882. La primera demostración pública de un "sistema de alternador" fue realizada por William Stanley, Jr., un empleado de Westinghouse Electric en 1886.

Sebastian Ziani de Ferranti estableció Ferranti, Thompson e Ince en 1882, para comercializar su Alternador Ferranti-Thompson, inventado con la ayuda del reconocido físico Lord Kelvin. Sus primeros alternadores produjeron frecuencias entre 100 y 300 Hz. Ferranti diseñó la estación de energía Deptford para la London Electric Supply Corporation en 1887 utilizando un sistema de corriente alterna.

FUENTES: wikipedia en ingles, e IEEE https://edisontechcenter.org/ArcLamps.html https://ethw.org/Charles_F._Brush

Postes y cables

"Los cables eran aéreos, sostenidos por postes de madera. Las máquinas generadoras serían dos dinamos-eléctricas "BRUSH", con capacidad máxima, una de hasta 30 focos de 2.000 velas cada una, y otra de 19 focos también de 2.000 velas.

El generador BRUSH

La fuerza motriz estaría dada por una máquina a vapor de 20 Caballos nominales, y hasta 50 efectivos, según la oferta. El sistema propuesto, a base de arcos voltaicos y de altas torres, había sido implantada en muchas ciudades de Estados Unidos."

Según el dato de Medina; es una máquina BRUSH de 20/50 Caballos, que entendemos que sería la Máquina BRUSH de 100 Voltios, 380.000 VA, 2.833 kg de peso. Ver tabla de Máquinas en el Anuario de Electricidad. "ZEITSCHRIFT FUR ELEKTROTECHNIK Organ des Elektrotechnischen Vereins in Wien" VI JAHRGANG. WIEN 1888

El dinamo Brush, consta de los electro-imanes de forma de herradura, opuestos polo a polo, y entre los que gira una armadura circular de hierro dulce que lleva ocho madejas de alambre de cobre aislado, que no la cubren del todo, unidas cabo a cabo las opuestas. Los alambres terminales se llevan a un conmutador-inversor, necesario porque las dos mitades de la armadura se hallan polarizadas uniformemente, y en él se toman las corrientes inducidas por medio de cuatro frotadores.

La disposición de la máquina es tal, que en cualquier momento hay tres pares de madejas interpuestas en el circuito. Marcha a gran velocidad y es muy usada en los Estados Unidos. FUENTE: "HISTORIA, Nuevo Método de Iluminación en las Minas", año 1880, página 180.

Este libro fue publicado en el año 1880. ¡¡Pensar que tan solo 6 años más tarde Cruz Ocampo llega a Uruguay con una de estas maravillas de la tecnología!!

Galpón caballeriza

La pequeña usina generadora Sistema BRUSH, estaba ubicada en un galpón caballeriza de la calle San José, detrás de la Casa de Gobierno. Entre las calles Florida y Ciudadela, años más tarde, ya desmantelada la usina, el galón continuó existiendo, en funciones de cochera.

Una trilladora como motor de vapor

Los números de la REVISTA DE UTE del año 1937, dedicados al CINCUENTENARIO DE UTE (1887-1937), establecen que el motor de vapor de la Usina sistema Brush, era un motor de trilladora, motor no descrito en el libro de Medina Vidal, salvo para la Oferta como de 20 CV (Caballos Vapor).

¿Case, Clayton o Ruston Procton?

Una primera impresión es que la trilladora de vapor de nuestra historia, fuese marca

Case o Clayton, por ser de los mayores fabricantes de maquinaria agrícola, pero investigando un poco más sobre el asunto, se concluye que fue un motor de vapor de trilladora Ruston Procton, de Lincoln Inglaterra.

Trilladora CASE de Racine, 1842

El inventor Jerome Increase Case, fundó CASE en Racine en 1842, para construir máquinas trilladoras. Más tarde, la empresa ganó reconocimiento mundial como la primera constructora de motores a vapor para uso agrícola, convirtiéndose en la mayor fabricante de motores a vapor del mundo.

Case creó maquinas trilladoras capaces de trillar diez veces más trigo de lo que se hacía con métodos manuales en aquella época.

En 1969, CASE desarrolla el primer motor portátil, hecho que marca la industrialización en la construcción de carreteras. La máquina original está en exposición en el Instituto Smithsonian en Washington D.C., EEUU, representando su importancia en los avances de la nueva era mecánica.

Hacia el año 1912, CASE se estableció en la industria de equipos para construcción como fabricante de maquinaria para la construcción de carreteras, tales como rodillos compactadores a vapor y motoniveladoras.

Primeras trilladoras en Uruguay, año 1866

El Informe Anual de 1871, de la Organización de Colonias Agrícolas, en la página relativa a documentos archivados en el Museo Nacional menciona una trilladora; "Máquina trilladora de a vapor" por el Sr. Celestino R. De Martinez, Octubre de 1866.

Federico Fisher, año 1868

Otro registro de trilladoras de vapor en Uruguay, data del año 1868, cuando es importada por los señores; Cónsul Kissling, Consul Hofmann y el contador del "Club Alemán Buena Vida" Sr. Federico Fisher, y llevada a Nueva Helvecia. FUENTE: "Swiss in Uruguay", Ignacio Naón y Sonia Ziegler, año 2006

Canelones, año 1872

En el año 1872, departamento de Canelones, en el paraje Piedra Sola, los señores Koncke y Evans, ensayan con éxito una trilladora a vapor de potencia 8 HP, importada por la firma Romeau & Ramon, a un costo de 400-500 libras en Europa. Esta puede trillar 200 fanegas de trigo por día, con un consumo de solo 3 quintales de carbón de piedra en 10 horas de servicio. En el departamento de Río Negro, el señor Wendelstadt, ensaya un arado a vapor, cuya fuerza o potencia, reemplaza 20 arados tradicionales de bueyes o caballos. FUENTE: La República Oriental del Uruguay en la exposición de Viena, 1872, por Adolfo Vaillant.

Maquina / número revoluciones / voltaje terminal en voltios / trabajo útil eléctrico en V.A. Contenido total de cobre en kg / gramo de cobre por voltio amperio. Nutzarbeit

Maschine	Tourenzahl n	Klemmenspannung in Volt	Elektrische Nutzarbeit in V.-A.	Totales Kupfergewicht in Kgr.	Gramm Kupfer pro Volt.-Amp. Nutzarbeit	Literatur-Nachweis
Crompton	400	600	72000	637·1	8·85	
Crompton	700	110	54000	473·7	8·77	
Ganz & Co. VF5	670	105	50400	240·0	4·76	
Goolden-Trotter	765	56	16000	104·6	6·54	Centralbl. f. Elektrotechnik, 1887, p. 188
Goolden-Trotter	1070	77	22400	104·7	4·67	
Brush	400	80	300000	3000	10·0	
Ganz & Co. 6 polige Ringmaschine	1000	1500	58500	82	1·39	
Crompton (Type Nr. 30)	440	110	25300	393	15·5	Elektr. Zeitschr. VII, pag. 75
Mather & Platt	1000	100	22000	144	6·4	[illegible]
Lahmeyer, G. III.	1250	65	3900	50·3	12·89	[illegible]
H. Pöge	840	65	6500	58·3	8·96	[illegible]
Bollmann	750	100	100000	556	5·5	[illegible]
J. Einstein & Co.	1100	100	4500	35	7·7	[illegible]
Edison-Hopkinson	800	100	33000	118	3·57	[illegible]
C. E. L. Brown	1000	65	10400	45	4·32	[illegible]
C. E. L. Brown	—	55	6600	21·9	3·3	[illegible]
Brush	—	100	380000	2833	7·45	[illegible]
Elwell-Parker	—	110	50000	454	9·1	pag. 81
E. Fein (Maschine mit Innenpolen)	500	110	15000	88·4	5·88	[illegible]

Tabla de Maquinas en el Anuario de Electricidad. "ZEITSCHRIFT FUR ELEKTROTECHNIK Organ des Elektrotechnischen Vereins in Wien" VI. JAHRGANG. WIEN 1888

Maquina / número revoluciones / voltaje terminal en voltios / trabajo útil eléctrico en V.A. Contenido total de cobre en kg / gramo de cobre por voltio amperio. Nutzarbeit

Maschine	Tourenzahl n	Klemmenspannung in Volt	Elektrische Nutzarbeit in V.-A.	Totales Kupfergewicht in Kgr.	Gramm Kupfer pro Volt.-Amp. Nutzarbeit	Literatur-Nachweis
Crompton	400	600	72000	637·1	8·85	
Crompton	700	110	54000	473·7	8·77	
Ganz & Co. VF5	670	105	50400	240·0	4·76	
Goolden-Trotter	765	56	16000	104·6	6·54	Centralbl. f. Elektrotechnik, 1887, p. 188
Goolden-Trotter	1070	77	22400	104·7	4·67	
Brush	400	80	300000	3000	10·0	
Ganz & Co. 6 polige Ringmaschine	1000	1500	58500	82	1·39	
Crompton (Type Nr. 30)	440	110	25300	393	15·5	Elektr. Zeitschr. VII, pag. 75
Mather & Platt	1000	100	22000	144	6·4	[illegible]
Lahmeyer, G. III.	1250	65	3900	50·3	12·89	[illegible]
H. Pöge	840	65	6500	58·3	8·96	[illegible]
Bollmann	750	100	100000	556	5·5	[illegible]
J. Einstein & Co.	1100	100	4500	35	7·7	[illegible]
Edison-Hopkinson	800	100	33000	118	3·57	[illegible]
C. E. L. Brown	1000	65	10400	45	4·32	[illegible]
C. E. L. Brown	—	55	6600	21·9	3·3	[illegible]
Brush	—	100	380000	2833	7·45	[illegible]
Elwell-Parker	—	110	50000	454	9·1	pag. 81
E. Fein (Maschine mit Innenpolen)	500	110	15000	88·4	5·88	[illegible]

Tabla de Maquinas en el Anuario de Electricidad. "ZEITSCHRIFT FUR ELEKTROTECHNIK Organ des Elektrotechnischen Vereins in Wien" VI. JAHRGANG. WIEN 1888

Ruston Proctor de Lincoln

La firma se establecio en 1840 en los talleres de "Sheaf Ironworks" en Lincolnshire, como la sociedad Burton & Proctor, para producir maquinaria agricola. En 1852 tenia 8 empledos.

En 1857 Joseph Ruston se suma al emprendimiento, Burton se disgusta con Ruston, le vende sus acciones y en 1865 queda como único propietario.

Para 1889 pasa a ser la RUSTON & HORNSBY LTD, sociedad de responsabilidad limitada, con 1.600 empleados.

En esos años producen motores de tracción (la planta motriz de la trilladoras agricolas) y locomotoras de vapor para ferrocarriles. En 1890 son los primeros en frabricas una grua excavadora de grandes dimensiones, autopropulsada a vapor, la cual se empleo en la construcción del canal de navegación de Manchester Inglaterra.

FUENTE: http://www.itsaboutlincoln.co.uk/ruston-proctor--co.html



Trilladoras Ruston Procter y Ca. en Uruguay

Reproducimos un breve articulo del Informe Anual de 1871, de la Organización de Colonias Agricolas,

"La gran agricultura tiene necesidad de usar de esas máquinas perfeccionadas para conseguir que los trigos sean consumidos por la exportación dándolos tan límpios como los de Chile y Estados Unidos. He aqui el artículo inserto en "La Revista Mercantil";

"La revolución que van a causa en nuestra atrasada agrícultura las maquinas de trillar, reemplazando a las patas de las yeguas en las trillas, ya se ha iniciado con la que función como muestra en la última cosecha por cuenta de los señores Tomkinson y Jones, introductores de las mas perfectos instrumentos de agricultura."

"Esta máquina trabajó con un motor a vapor de 6 caballos, y trilló 100 fanegas diarias, consumiendo 6 quintales de carbón y empleando dos hombres para dirigirla, los que no requieren mas que una mediana inteligencia para saber manejar. Refiriéndonos a la de los señores Tomkinson y Jones, única que ha tenido buen efecto de las varias que se han intruducido, diremos que, en esta cosecha última, trilló en el departamento de Montevideo y en los lugares Peñarol, Pantanoso, Piedras, Manga, Toledo y Sauce, como 3.000 fanegas en todo el mes de Enero, y hoy se encuentra trillando en el departamento de San José, granja del señor Don Luis Castro, donde tenia 2.000 fanegas para trillar."

"En los trabajos que hizo en este departamento fué apreciada por muchos que la admiraron y reconocieron su importancia. Bástanos decir que la admiraron y reconocieron su imporancia. Bástanos decir que uno de estos fué el señor Cominges a nuestro parece bien competente, por ser categoria en esta materia en el país, quien ofreció, comprarla a los propietarios, que no pudieron aceptar el negocio por sus compromisos con los labradores para trillar."

"Este año se han introducido varias trilladoras, entre ellas una por el señor Juan Shaw, pero ninguna ha ofrecido ventajas como la de los Sres. Tomkinson

y Jones, de la fábrica de Ruston Procter y Ca. De Lincoln."

"No podemos decir que estas máquinas esten al alcance de todos nuestros labradores por su fuerte costo, componiéndose nuestro gremio de agricultores de pequeñas cementeras; pero, para que nuestro trigos sean limpios, como los de Chile y demas países productores que están a otra altura que nosotros en agricultura, se debe propender a que se introduzca en las colonias que hay en el país, como tambíen a que se formen sociedades que las hagan trabajar como empresas lucrativas y de beneficios muy grandes."

Y termina el articulo del informe de 1871; "Amigos de todo aquello que destruya la añeja rutina por adelantos que mejoren nuestra condición, nos permitimos dedicar estas líneas a la Asociación Rural del Uruguay, de quien tanto espera el país".

FUENTE: Informe Anual de 1871, de la Organización de Colonias Agricolas

¿Que es la fanega?

La fanega es una unidad de medida de la metrología tradicional española, anterior al establecimiento y la implantación del sistema métrico decimal.

Es tanto una unidad de volumen o capacidad como una unidad de superficie, con gran variabilidad según la región.

En Canarias (España), correspondía a una superficie de tierra equivalente a 5.248 m², necesaria para sembrar una fanega de trigo igual a 62,6 l. En Murcia (España), una fanega corresponde a 2.800 metros cuadrados. En Valencia (España), una fanecada equivale a 833,33 metros cuadrados.

Bates Stockes y Ca., año 1884

El periódico portugués "A PATRIA", en idioma portugués, aunque publicado en Monetevideo, en la edición del Domingo 19 de octubre de 1884, nos muestra un anuncio de las trilladoras Ruston Procton, con motores de 8 y 10 caballos de fuerza. Particularmente dice; "LAS HAY EN VENTA" en los únicos agentes en la República Oriental del Uruguay, por la Casa Bates Stockes y Ca. de 58 Calle Rincón, 38 esquina Misiones.

El municipio pagaría alumbrado eléctrico

MVD: "La Junta Económico Administrativa de Montevideo, que presidía Don Alberto Nin, quedó enormemente impresionada por la propuesta, y la comunicó de inmediato al Poder Ejecutivo por nota del 27 de septiembre de 1885, aconsejando por unanimidad su aceptación." Los motivos para la aceptación fueron el impacto turístico del alumbrado. "La junta propuso abonar la mitad del precio (los 90.000$ de la propuesta de Cruz Ocampo), corriendo con el resto el Gobierno Nacional."

El contrato definitivo se celebró el 30 de Octubre de 1885, con el pago del 100% de los 90.000$ por el Municipio, a realizar en 18 letras de cambio de 5.000 $ mensuales. Pero el 2 de enero de 1886, la Junta comunica al Gobierno que no puede asumir estos pagos. Dado que se vencía el plazo de vigencia del costoso contrato de iluminación a gas, por 20 años, con vencimiento el 7 de mayo de 1887.

La Dirección de Alumbrado elabora rápidamente los pliegos de condiciones para licitar esta y próximas obras de alumbrado eléctrico en Montevideo. Mientras la prensa, los periodistas de oposición, criticaban se pretendiese gastar dineros públicos en alumbrado, y no en el hospital, "manicomio" (lo que hoy denominamos hospital psiquiátrico), o asilo de ancianos. Era los años previos a la caída del General Santos del gobierno de la República.

El hilo eléctrico, año 1886

Decía el boletín "EL HILO ELECTRICO", edición del Sábado 16 de Enero de 1886;
"Luz Eléctrica - Ha llegado de Buenos Aires el Dr. Juan Cruz Ocampo acompañado del ingeniero D. Mora, para comenzar a la colicación de aparatos para alumbrar con aquella liz varios paseos y plazas de esta capital, según contratos, celebrados con el gobierno".

Amenazas de un corte/apagón de gas

A la empresa de alumbrado de Montevideo por Gas combustible, se le adeudaba, se le debían 19.000 $ por meses impagos. Esta amenazo con cortar el servicio el 31 de marzo de 1886. Finalmente el Ministro de Gobierno accede al pago.

Batalla gas versus luz eléctrica

La Empresa del Gas también protesta contra la propuesta de reemplazo del alumbrado a Gas por alumbrado eléctrico.

La reclamación sobre el contrato fue iniciada el 2 de diciembre de 1885. En esa nota se decía que el cambio del Gas por Luz Eléctrica “ha fracasado en todas partes del mundo”, incluyendo Buenos Aires entre éstas. En La Plata es cierto que el Alumbrado Eléctrico todavía sigue, no por superioridad al primero, sino por el serio costo de establecerlo. Otro argumento era que el contrato regía hasta mayo 7 de 1887, lo que impedía instalar Alumbrado Eléctrico.

Finalmente se da curso a un grueso Expediente vía; la Dirección de Alumbrado, los Fiscales de Gobierno y Hacienda, el Poder Ejecutivo, y el 13 de Abril de 1886, resolvió: *“Que el contrato celebrado con el señor Ocampo sobre iluminación a luz eléctrica de varias calles y plazas de esta ciudad, no importa sustituir el alumbrado público actual y sí sólo un simple ensayo, sin perjuicio de continuar efectuando el servicio con arreglo al contrato celebrado con la Empresa del Gas”.*

Se instala el alumbrado eléctrico (año 1886)

“Entretanto, empezó la instalación del alumbrado, bajo la dirección técnica de Don Melville Hora (ingeniero o técnico norteamericano traído de Buenos Aires, cuyo apellido también aparece en documentos de la época como Hors o Hoore). La Usina hubo de instalarse primeramente en un local elegido por la Junta en la calle Río Negro entre 18 de Julio y San José; pero luego Cruz Ocampo alquiló por su cuenta un galpón en la calle San José N°13 entre Florida y Ciudadela, detrás del Palacio de Gobierno.”

El 1ro de marzo cesa su mandato constitucional el General Santos, y es elegido Presidente el Dr. Francisco Vidal. Tras una intentona revolucionaria, Vidal en débil posición renuncia y asume el General Santos nuevamente la Presidencia de la República, al ser el presidente del Senado.

Primeros focos de alumbrado eléctrico

“En las noches del 14 y 15 de junio de 1886 se encienden por primera vez en la historia del alumbrado montevideano, 10 focos eléctricos en la plaza Constitución.

Como alguna prensa había atribuido esa iluminación a la empresa de Don Marcelino Díaz y García, Don Juan Cruz Ocampo publicó durante diez días un aviso en los diarios aclarando el punto y anunciando al mismo tiempo su intención de proveer de luz eléctrica a los comercios y residencias particulares a precios más favorables que los del gas. Parece que intentó realizarlo, utilizando las instalaciones que pagaba la Junta, lo que motivó una enérgica resolución de ésta en el sentido de “que debe abstenerse en absoluto de colocar luces particulares, sin previa autorización de la Junta, debiendo sacarse inmediatamente las que ha establecido en la casa de la referencia”.

Estatua de la Paz, primer monumento de Uruguay

La estatua, conocida como “Estatua de la Libertad uruguaya” por el común de la gente, en realidad es la “Estatua de la Paz”, o “Columna de la Paz”. El bronce de la fundición de la estatua provino de dos costosos cañones de bronce de la Guerra Civil de 1863-1865, y se fundio en la broncería donde luego se instalo la Usina Yerbal (ver Parte 2 en futuro articulo de Revista Somos). Fue fundida en bronce a partir de un molde de yeso, del escultor uruguayo italiano José Livi, en colaboración con el fundidor Ignacio Garragorry (1862).

La columna de estilo Corintio, se emplaza sobre un mármol blanco. El nombre de la Plaza rememora la Batalla de Cagancha de 1839. Erigida bajo el gobierno discrecional del General Venancio Flores. Unico monumento público en su época. Columna y estatua de alto impacto visual en su época, en un Montevideo descampado, sin grandes arboles y bajas edificaciones destacaba en su entorno, cosa que hoy no sucede. Fue iniciativa del Jefe Político de Montevideo, el Coronal Manuel M. Aguiar, que solicito propuestas a los escultores José Livi y Andrés Bramante. Aguiar partio de la propuesta realizada por el Presidente Gabriel Pereira, quien planifico una estatua de marmol, compuesta de una columna y una graderia tambien en marmol.

Inaugurada el 20 de febrero de 1867, con el estruendo de 21 cañonazos de ordenanza (de salva), ante la presencia del General

Flores. Se úbica en la llamada "Plaza Cagancha", en el centro de la Avenida 18 de Julio, siendo el "kilometro cero" de las rutas del Uruguay.

La madrona en bronce, inicialmente sostenia una bandera en la mano izquierda, y empuñaba un gladio romano (una espada romana) en la mano derecha, la que años mas tarde se reemplazo por anillas de cadenas rotas, pasando a simbolizar desde entonces "la Libertad". Años mas tarde vuelve a colocarse una espada.

FUENTE: HISTORIAS DEL VIEJO MONTEVIDEO, JOSE MARIA FERNANDEZ SALDAÑA

Intento de asesinato del general Santos

El 17 de Agosto de 1886, el Teniente Gregorio Ortiz descerrajó un balazo en la cara del General Santos, suicidándose luego. Se sucedieron detenciones de políticos y periodistas opositores al Gobierno de Santos, luego liberados. El primero en ser liberado fue el entonces periodista años más tarde político; José Battle y Ordoñez.

Ensayo general del alumbrado eléctrico

En la noche del 22 al 23 de Agosto de 1886 se efectuó un ensayo general de la iluminación, y en todos los diarios apareció la noticia de que "los focos de la torre (de la plaza Independencia) iluminan casi todo el centro de la ciudad y los otros iluminan completamente la calle 18 de Julio". Seguramente esta fuese propaganda de la propia empresa instaladora.

Y un periódico llega a decir: "Toda la ciudad de Montevideo dicen que alcanza a bañar en su luz eléctrica el gran foco de la Plaza Independencia".

El 24 de Agosto de 1886 se hizo un nuevo ensayo. La torre de la Plaza Cagancha había sobrepasado en altura a la estatua de la Libertad (*), pero por más empeño que se puso por concluirla antes del día 25 de Agosto, ese día no estaba aún en condiciones de iluminarse.

(*) Refiere a la Estatua de la Libertad la propia Plaza Cagancha de Montevideo, no a la Estatua de la Libertad en Nueva York.

¡¡25 de Agosto de 1886 la inauguración!!

Las fiestas del 25, por las circunstancias politicas mencionadas (asesinato del General Santos, y consecuentes detenciones) no fueron mayores. La inauguración se llevó a cabo en la fecha señalada, con el encendido de 10 focos en las dos torres de hierro de 50 metros de altura en las plazas Independencia y Cagancha, otra treintena de focos en las calle antes mencionadas.

El programa de festejos, no previo desfile militar, aunque sí hubo; palos enjabonados, acrobacias por la familia Rosso, música, lanzamiento de globos de aire caliente, fuegos artificiales, la quema de un gran castillo en la Plaza Independencia, y masitas en la Casa de Gobierno.

En un periódico de la época, en clara opinión política, pero parte del color del acontecimiento: "En Solís función de gala. Los santistas eran habas contadas. ¡Como que el amo estaba enfermo! "

Dibujos y aún no fotografías

De este impresionante evento, nos quedan grabados, dibujos realizados, en 1866 la maravilla de la fotografía, las cámaras fotográficas estaban en primeros experimentos. En 1888, George Eastman lanza la cámara Kodak. Su gran éxito comercial fue la introducción en el mercado del carrete de película fotográfica, lo que provocó la progresiva sustitución de las placas de vidrio.

Resulta anacrónico pensar que el desarrollo y popularización de la energía eléctrica fue anterior a la fotografía, pero así fue.

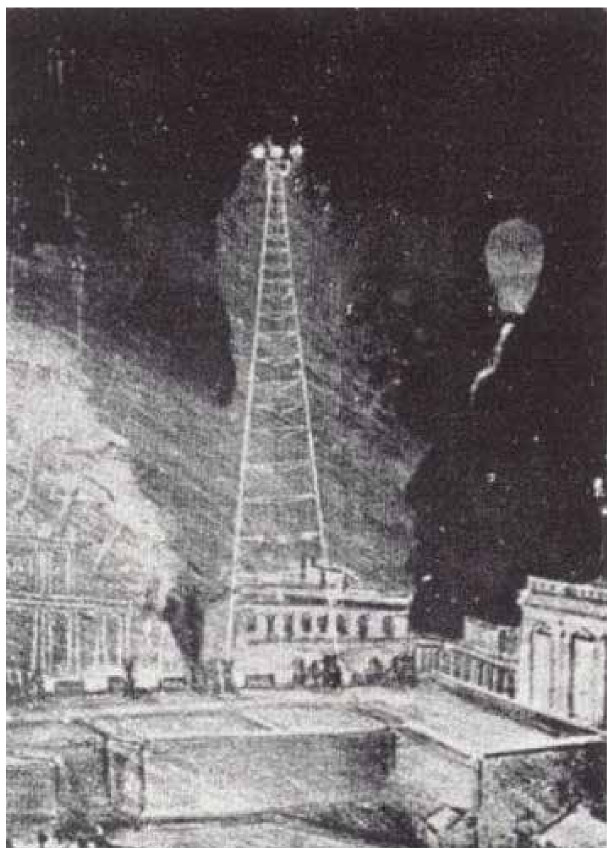
Ascención en globo

"Otro número del programa consistía en la ascensión en globo del aeronauta español Capitán Martínez que en un principio debió realizarse en la Plaza Independencia, siendo luego transferida a la Plaza Cagancha. Pero ese día el globo se quemó. El 29 hizo otra tentativa el Capitán español, que también fracasó, terminando en un tumulto de grandes proporciones, del que escapó milagrosamente ileso el aeronauta, tumulto iniciado cuando algún gracioso o asustado gritó que la torre de hierro de la luz eléctrica se había tambaleado."

¡Viva la luz eléctrica!
La nota cierre la dieron, unos bándalos, que apedrearon los faroles del Gas de la Calle 18 de Julio. Esto a los gritos de "VIVA LA LUZ ELÉCTRICA".

Un ¡OOHH! fuerte y prolongado
La inauguración real, obviamente fue al ponerse la noche, entre 6 y media y 7 de la noche. Dice un cronista de la publicación "El ferrocarril":
"Un ¡OOHH! fuerte , prolongado, inmenso, escapóse unísono de tantos millares de bocas, cuando, desde la pirámide de fierro, colocada en el centro de la plaza, y que sostiene el gran foco de luz eléctrica, ésta lo iluminó todo con su plateada claridad".

Personalmente, la emoción de estos montevideanos de 1886 nos recuerda el impactante momento que fue para nosotros cuando jóvenes, ver el debut de la TV color en Uruguay, allá por 1980, más no fuese más que la simple "señal de ajuste color", las barras de colores. Hoy nos reunimos de esto, pero en ese momento fue como si algo mágico nos tacase.



Torre en la Plaza Independencia 1886 en la Noche

Primer PROSA eléctrica!!
En la azotea fué ... Blanca la luna,
Como un arco voltaico de lo etéreo,
Nevaba las lejanas perspectivas
con sus fulgores pálidos de ensueño.

Lentamente subimos la escalera,
De rezongantes escalones negros,
Y muy juntos, los codos apoyamos
sobre el mármol azul del parapeto.

Tu mirada vagó por el espacio
"En la azotea fue... Blanca la luna,
Como un arco voltaico de lo etéreo,
Nevaba las lejanas perspectivas
con sus fulgores pálidos de ensueño.

Lentamente subimos la escalera,
De rezongantes escalones negros,
Y muy juntos, los codos apoyamos
sobre el mármol azul del parapeto.

Tu mirada vagó por el espacio
de tibias brisas y penumbras lleno,
Y al volverte hacia mí, candidamente,
Por mi imaginación cruzó un deseo.

Dame - te dije - para ver la gloria,
De tus labios de guinda, solo un beso...
Tú bajaste la frente ruborosa
y entonces yo... te contemplé en silencio..."

Washington Silva Moratorio
Mayo/1903

Parecía "Una noche de Luna"
"Pasó el primer momento de asombro, sucedieron los comentarios, que con respecto a la iluminación en general fueron regulares, y alguno bueno, como éste del diario "La Tribuna Popular":
"La Plaza Independencia, la calle Sarandí y la de la Calle 18 de Julio, con sus focos de luz eléctrica presentaban un aspecto espléndido: la luna no se veía y sin embargo el efecto era de una noche de luna".

"Pero todos coincidieron en el fracaso de la torre de la Plaza Independencia, motivo central de la iluminación. El mismo diario dice: "no eran, por cierto, los focos de la gran torre central los que despedían mayores rayos de luz. Puede decirse que el de la torre dió fiasco, sea porque el motor (debió referir al "generador") no es bastante poderoso o por la altura a que se encuentra colocada".
Recordemos que era una torre de 30 metros

de altura con 6 focos. Lo que hoy, 100 años más tarde, se denomina "Memoria de Cálculo" de iluminación, hubiese prevenido tal bochorno.

Pero bueno... eran los primeros pasos del desarrollo eléctrico en el mundo, y nuestro querido Uruguay era parte del mismo!!

¿6 focos iluminarían todo Montevideo?

Decía el diario "La Razón"; "La gente esperaba ver en la torre (recordemos de 30 metros de altura) una luz maravillosa, que iluminaría a medio Montevideo..."

"Buen chasco se llevó por cierto! Resplandecía tan poco, que habiendo alguien preguntado por la famosa torre dijo así al que tuvo la amabilidad de mostrársela: ¡Imposible! Si eso es el diputado Trinquete, parado en medio de la plaza y a quien le reluce la mollera! (la "pelada" en su cabeza).

Decía el diario "El Día"; "La luz no es tranquila, sino que titila, reduciendo bastante a veces su volumen luminoso".

Un fin de Obra que no llega

En septiembre de 1886 se colocan más focos en la torre de Plaza Independencia, avanza la construcción de la torre en Plaza Cagancha, y continúan ensayos en más postes y focos en calles. Como el fin de la obra no parece estar próximo, la Junta Administrativa ordena una inspección, para verificar si la misma cumple "las condiciones y bases estipuladas", y es conminado para que el 26 de septiembre encienda la iluminación completa. Al mismo tiempo el Gobierno permuto las Letras de Cambio contra Letras de Tesorería Nacional y la Caja Colectora de Aduana. La Junta Administrativa reclama al Gobierno, suspender los pagos, hasta que una acción judicial obligue a la Empresa de Cruz Ocampo a entregar la instalación de Alumbrado Eléctrico a la municipalidad.

La Empresa del Gas retruca

Propone una rebaja de 20% en las tarifas para alumbrado por Gas a vecinos particulares de Montevideo, y propone cambiar las columnas de Alumbrado Público de Gas en la Plaza Independencia por otras de luz más poderosa. Esto en medio un agitado mes de noviembre 1886; crisis política, ley "mordaza" para la imprenta, y finalmente una conciliación, donde tres inminentes figuras de la oposición; José Pedro Ramírez, Aureliano Rodríguez Larreta, y Juan Carlos Blanco pasar Ministerios, renuncia Santos y el General Tajes es elegido Presidente de la República.

Fin de la Usina BRUSH

Al no estar previsto el pago del mantenimiento de la instalación eléctrica de alumbrado de Cruz Ocampo, y quedar los Títulos de Deuda depositados en garantía, de las obligaciones pendientes, en diciembre de 1886, queda en desuso la instalación del Primer Alumbrado Eléctrico de Montevideo y Uruguay. Medina en su libro, no puede identificar el destino posterior de los equipamientos torres, cables, focos y el dínamo o generador eléctrico.

La Primer licitación pública de Alumbrado

El 5 de junio de 1886 se publicó el llamado para Alumbrado Público, con un pliego de condiciones donde se deja abierta la posibilidad de la iluminación eléctrica. El 6 de noviembre se abren las 7 Ofertas o Propuestas. En el primer descarte solo quedan en carrera las propuestas de la Compañía del Gas y el Alumbrado eléctrico de Díaz y García, pero la primera presentaba desmedidas pretensiones.



Torre de 41 metros de altura, Plaza en Cagancha 1886



Critica a la kámpara de arco eléctrico

El ingeniero José Maria Montero, evalúa las Propuestas, considerando que los focos deben estar distribuidos, y no concentrados en torres a fin de evitar sombras y encandilamientos de los transeuntes.

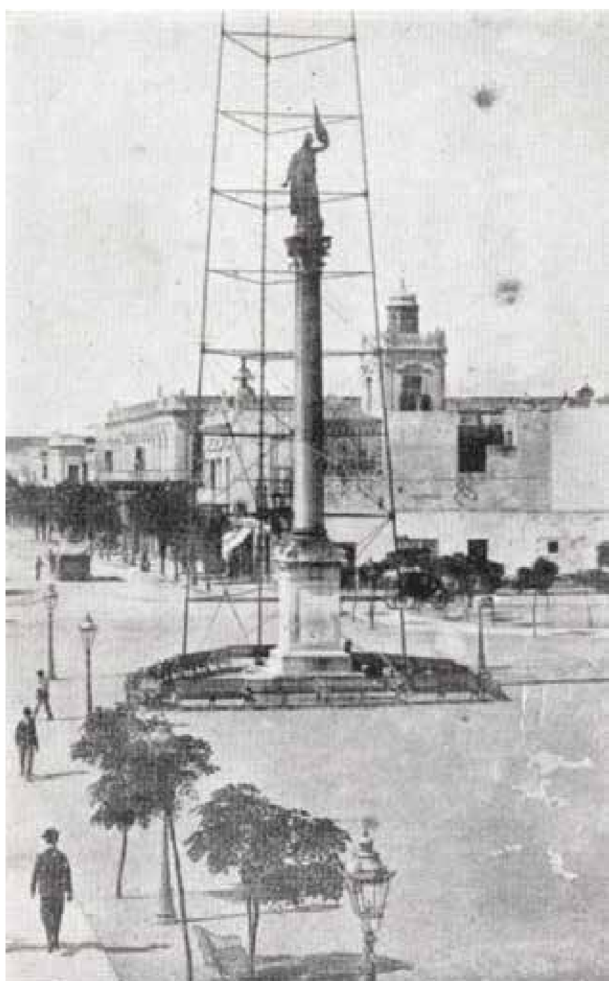
- *"Ya he dicho que no son admisibles los postes, y sobre todo, ni poste ni brazos de madera; demasiado se ha hecho con tolerar la colocación de los que existen ya".*

- *"No se indica el sistema que se adoptará o aparato que se empleará para distribuir la electricidad; supongo que no se pretende colgar la muerte en todos los frentes de nuestras casas".*

- *"Ya había dicho antes; "No aconsejo la adopción de la lámpara de arco sino en casos muy especiales, sobre todo la de sistema "BRUSH", que exige grandes tensiones en las corrientes, y por consiguiente es muy peligrosa."".*

- *"La variación de la distancia de los carbones (de la lámpara de arco) enre los que se produce el arco, "es la principal causa de que la luz no sea fija, como se ha visto en el ensayo efectuado."*

- *"En cuanto a las torres, a más de ser un sistema nada económico, por lo que hemos visto, será muy útil el alumbrado de las azoteas, pero no sirve para nuestras calles."*



Torre de Alumbrado en Plaza Cagancha 1886

Banderita al tope

El 19 de Abril de 1887, en la Torre de Hierro de la Plaza Independencia en una manifestación política (partido Colorado), aparece en lo alto de la torre del primer Alumbrado Eléctrico del Uruguay, un gallardete rojo, más abajo la Bandera Nacional y otros adornos. Esto exaspero a la oposición política que tilda de "banderita al tope" al Dr. Herrera y Obes primer Ministro del Gobierno de 1887. El General Tajes excusó el hecho en que todo fue idea del Señor Meville Hora, como una adhesión personal, y el Gobierno era ajeno al hecho.

Alumbrado por arco eléctrico

Se obtiene por medio de dos barras de carbón cortadas en punta y colocadas punta contra punta en el circuito de una fuerte pila, o de cualquier generador de electricidad. Puestas en contacto las dos puntas, se ve enseguida que entre ellas se produce una luz deslumbradora debida á la incandecencia de los carbones en su punto de contacto. Si se separan gradualmente los carbones uno del otro a corta distancia, se ve aparecer entres las puntas incandecentes un resplandor violáceo en forma de arco (de ahí el nombre de arco voltaico), descubierto pr Sir Davy en 1801.

Si la corriente es continua, la barrita de carbón positiva se ahueca rápidamente, mientras que el carbón negativo parece que se aumenta y conserva su punta roma. Esto proviene de que hay, en el sentido de la corriente, transporte de partículas de carbón del polo positivo al polo negativo. La resistencia considerable que el arco voltaico opone al paso de la corriente, explica su elevada temperatura. Todos los cuerpos sin excepción pueden ser en el fundidos y volatilizados. A semejanza de una corriente móvil el arco voltaico puede ser desviado de su dirección por la proximidad de una corriente, ó de un imán.

Para que el arco voltaico permanezca regular y para que su luz conserve todo su brillo, conviene que la separación de los dos carbones sea igual para una intensidad dada de corriente. Esto se consigue con los reguladores, cuyo tipo general es el regulador de Foucault. Este aparato se compone esencialmente de un sistema de ruedas dentadas, el cual tiende a aproximar los carbones, y de un electróiman antagónico accionado por la misma corriente, el cual detiene el movimiento cuando la intensidad de la corriente es suficiente, o le deja marcha cuando la corriente haya disminuido por gastarse continuamente los carbones, lo cual aumenta si separación.

Desde que están bastante cerca las puntas de los carbones, la intensidad de la corriente recobra su primera fuerza, el electroimán funciona y vuelve a detener el movimiento.

FUENTE: FISICA por J. LANGLEBERT, 1915

Se pagó a medias y no funcionaba

Finalmente podemos decir que el primer Alumbrado Eléctrico de Montevideo y del Uruguay, la Usina BRUSH de Cruz Ocampo, ni se pagó en su totalidad, ya que el Gobierno y la Municipalidad (la Junta Administrativa) completo los pagos pendientes al no realizarse la entrega de las nuevas instalaciones. Ni tampoco quedó en servicio la misma, al no culminarse las obras, ni pasar a una etapa de operación y mantenimiento, etapas correspondientes a toda instalación industrial.

Don Melville Hora, representante legal de Cruz Ocampo (ya de regreso en Argentina) solicitó la rescisión del contrato con la Junta Administrativa, y el pago por el Estado de 14.500 $, lo que es aceptado el 31 de mayo de 1887 por el Gobierno, disponiéndose la entrega de las instalaciones a la Junta; Usina generadora, alambrado eléctrico (el cableado), torres, postes y focos.

El Poder Ejecutivo había abonado ya a la empresa más de 61.000 $, y esta anuncio en los diarios el remate de la usina generadora sistema BRUSH. Los esqueletos de hierro de las torres, fueron vendidas, y en el puerto de Paysandú se colocaría como faro la torre principal (la torre de Plaza Independencia). Pero en Agosto de 1887, el Presidente Tajes ordena el retiro de las torres de las plazas (Independencia, Cagancha y Constitución.

“Comentaba un diario: “Era lo único [refiere a la torre de hierro] que quedaba en pie de la instalación que se hizo para ensayo de ese sistema de alumbrado, ensayo que dió pésimo resultado y que costó al país cerca de 100.000 pesos en aquellos buenos tiempos para el santismo [corriente política o partidarios del General Santos] en que se disponía de los dineros públicos como de cosa propia”.

¿ANIVERSARIO de UTE desde 1887 o desde 1912?

Leyendo antiguas memorias, libros, reseñas historicas sobre UTE, nos surge la duda; desde cuendo dejo de tomarse como año de referencia a 1887, como año de creación del Servicio Eléctrico Público en Uruguay. Repasamos aqui, los distintos festejos, y así intentar arrojar luz al asunto.

- 1937 -
Las ediciones mensuales de la "REVISTA de la UTE" del año 1937, se presentan articulos respecto a la celebración de los 50 años de UTE como Servicio Eléctrico Público, desde 1887 a 1937, se cuentan asi los "50 años" para el festejo, tomando como referencia la puesta en marcha de la Usina Yerbal en 1887.

- 1962 -
Se edita una "Publicación de los 50 años de UTE en Uruguay"; "UTE festeja los cincuenta años de la implantación del monopolio estatal autónomo en la explotación de los servicio eléctricos, y esta publicación constituye uno de los actos son que se celebra el medio siglo de existencia de lo que hoy es la "Administración General de las Usinas Eléctricas y los Teléfonos del Estado".

Ya vemos que tuvimos dos celebraciones para los "50 años de UTE", pero para los "100 años de UTE" no se festejaron luego en 1987, sino hasta el año 2012.

El porqué de las confusiones
Personalmente pienso que todos, me incluyo, cuando decimos "servicio publico", confundimos varios conceptos distintos en uno solo.

- *Alumbrado público de plazas y calles, refiere al servicio. Se diferencia del alumbrado particular en la industria privada y viviendas particulares.*

- *La potestad de la prestación del servicio de Alumbrado Público, la regulación y emisión de llamados a licitación, en Uruguay siempre fue municipal o estatal, nunca fue privada dicha potestad.*

- *La propiedad de las instalaciones; usinas generadoras, cableados, transformadores, fue privada hasta 1896, luego municipal o estatal.*

- *La propiedad de la empresa contratista de la operación o el mantenimiento de generadores, y cableados, fue hasta 1912 con participación de empresas privadas.*

Nos auto-excluimos de la historia
Personalmente pienso que este mero técnicismo sobre la propiedad de la operación y mantenimiento, y no con el peso en la potestad de prestación del servicio público, al celebrar los aniversarios desde 1912, nos estamos autoexcluyendo de la historia mundial del servicio eléctrico desde 1884, donde Uruguay ocupo uno de los primeros lugares en la historia, el lugar que ocupan los pioneros.

Conclusión
Entendemos este trabajo, ha sido inédito en cuanto a intentar aclarar, el asunto de la trilladora empleada con el Dynamo del Sistema Brush que iluminó la Plaza Independencia y la Avenida 18 de Julio en el año 1886.

No logramos establecer a ciencia cierta la marca, modelo y/o año de Dynamo Brush empleado, ni para la trilladora empleada como caldera o generador de vapor. Tampoco pudimos concluir si la trilladora también fue empleada como motor, o solo como generador de vapor, y el Dynamo contaba con su propio motor.

Estos interesantes temas, serán seguramente de interés de algún colega ingeniero o historiados, y se pueda continuar armando esta historia, una vez publicado este trabajo, y deje de estar oculta esta historia del Sistema Brush y la Trilladora.

Fuentes

"RESEÑA HISTORICA DE LA UTE", por Marcos Medina Vidal, edición año 1952

Fasciculo N°3 "montevideo EN EL SIGLO XIX", Alfredo R. Castellanos, Editorial Nuestra Tierra año 1971

U. T. E. - "Cincuentenario del alumbrado eléctrico". Montevideo 1887- 1937". Montevideo 1937.

REVISTA DE LA UTE, Número 14, año 1938, M. Ferdinand Pontac

"Brush Electric History America EU UK", web: brushelectrichistory.com

Anuario de Electricidad en Viena Austria; "ZEITSCHRIFT FUR ELEKTROTECHNIK Organ des Elektrotechnischen Vereins in Wien"
VI. JAHRGANG. WIEN 1888

Intercomparaciones de laboratorios - clave en aseguramiento de la calidad

Autores: Ing. Daniel Slomovitz, Ing. Alejandro Santos e Ing. Rogelio Sandler

UTE - LABORATORIO
dslomovitz@ute.com.uy

Resumen - *Se analiza la relevancia de las intercomparaciones internacionales de laboratorios de ensayo y calibración. En particular, se muestra una comparación en las capacidades de medición de laboratorios nacionales del el Sistema Interamericano de Metrología, en el campo de la calibración de los transformadores de corriente.*

Términos de indexación - *Relación, transformador de corriente, medición de corriente, transformador de instrumento, error de relación, desplazamiento de fase, comparación, alta corriente.*

Introducción

Industrias, empresas de mantenimiento y servicio, requieren de múltiples tipos de análisis, mediciones, calibración de instrumental y ensayos de materiales y equipos. Tanto para evaluar la calidad del producto final, como en etapas de proceso, la intervención de laboratorios de ensayo y calibración es de fundamental importancia en el proceso productivo. Nuestro país cuenta con variedad de laboratorios destinados a fines específicos, dentro de los cuales se cuenta el Laboratorio central de UTE. Sus principales campos de acción incluyen ensayos eléctricos, mecánicos, análisis químicos y un sector de Metrología Eléctrica. Por convenio UTE-LATU, desde 1999, el LATU designó a UTE como depositario de los patrones eléctricos nacionales, lo cual le ha permitido alcanzar las mediciones de mayor exactitud posibles de realizar en el país.

La pregunta clave es ¿cómo se demuestra tal habilidad? A diferencia de una planta industrial, que produce un producto evaluable por el usuario, los laboratorios solo emiten informes. Evaluar la calidad de los mismo está fuera del alcance del cliente. Es esta necesidad la que viene impulsando la implantación de sistemas de gestión de la calidad, basados en normas internacionales específicas, como la ISO 17025 [1]. En ciertos aspectos es similar a la familia de normas ISO 9000, pero agrega una serie de capítulo técnicos destinados a probar la idoneidad de los procedimientos, equipamiento y personal. Cada trabajo debe estar detalladamente descripto, llegándose a requerir demostrar formación y experiencia de cada operador, instrucciones de operación y mantenimiento de todos los equipos y accesorios utilizados, y cálculo de la incertidumbre asociada a cada resultado. Instituciones de acreditación, tales como el OUA (Organismo Uruguayo de Acreditaciones) auditan los sistemas y dan un aval a la fiabilidad de los mismos.

Todos estos severos controles son necesarios, pero falta un elemento clave adicional: intercomparaciones entre laboratorios. La última prueba de que estamos realizando las mediciones en forma correcta es compararnos contra otros laboratorios. La idea detrás de esto es simple. Un cierto dispositivo se traslada de un laboratorio a otro y cada uno debe declarar su valor. Nadie sabe cuál es el *valor verdadero* de este elemento viajero, ni es necesario conocerlo. La comparación se realiza con las diferencias que resultan de las mediciones de todos los

laboratorios involucrados en la intercomparación. Tampoco es requisito para que la intercomparación se considere satisfactorio, que los resultados sean idénticos. Basta con que las diferencias estén dentro de las bandas de incertidumbre declaradas por cada uno.

Intercomparación es la prueba final que de que todo se realiza correctamente. Es trabajoso, demanda gran esfuerzo y consume recursos, pero es inevitable.

Dentro de los patrones que mantiene el Laboratorio de UTE, están los relativos a transformadores de medida de corriente (CT). Son dispositivos de la red de potencia que traducen las altas corrientes que viajan por las líneas, en menores valores, adecuados para los dispositivos electrónicos de medida y protección. **Están ubicados, desde pequeñas instalaciones industriales hasta las mayores subestaciones de alta tensión, como se muestra en la Fig. 1. En este caso, las calibraciones periódicas se realizan al pie de los mismos, llevando todo el equipamiento de medición al sitio.**



Fig. 1. Calibración en sitio de trasformadores de corriente.

Su constante de conversión debe mantenerse invariable con el valor de la corriente, la impedancia de carga y otros parámetros de estos dispositivos.

¿Qué exactitud se requiere? En el caso de medición de energía, los mejores medidores, instalados en grandes consumidores o intercambios internacionales, llegan a valores del orden del 0.1%, por lo que los CT asociados a los mismos deben tener al menos esa exactitud. Pero, estos equipos deben ser periódicamente calibrados en sitio. Se comparan contra CTs patrones, cuyos errores sean unas cinco veces menores. Ya comenzamos a manejar *partes por millón* (ppm) como unidad de medida. Esos mismos patrones requieren calibración contra otro de laboratorio, llegando a valores de incertidumbre de unas 40 ppm. Tampoco acá acaba la cadena de trazabilidad. Un último paso involucra los transformadores de medida de corriente autocalibrables [2]. Se trata de CTs en los que por su construcción no requieren de un patrón para su calibración. Sus errores, por extraño que parezca, pueden determinarse sin necesidad de comprarlos con otro elemento de su especie.

Llegamos así a incertidumbres menores a 10 ppm. Y no hay más escalones. Claro, que una cosa es diseñar y construir un sistema que permita la autocalibración [3], y otra muy diferente es poder asegurarlo a un tercero. Volvemos, así, a la necesidad de las intercomparaciones. Uno de los laboratorios es declarado piloto, siendo el encargado de confeccionar el protocolo de comparación, recoger los resultados confidenciales de cada laboratorio, calcular el valor de referencia, las diferencias respecto a este, y elaborar el informe final.

I. Intercomparación de transformadores de corriente

Bajo los auspicios del Comité Consultivo de Electromagnetismo (CCEM) [4], el Grupo de Trabajo Electromagnético del SIM (Sistema Interamericano de Metrología) se llevó a cabo la Comparación EM-S8 [5] de relación de corriente utilizando transformadores de corriente. UTE (Uruguay) fue el laboratorio piloto. Los otros laboratorios participantes fueron INMETRO (Brasil), INM (Colombia), CENAMEP (Panamá), CFE-LAPEM (México), INTI (Argentina) y PTB (Alemania). Las mediciones se llevaron a cabo desde 2013 a 2019. Hay varias comparaciones internacionales de CTs, pero esta es la primera comparación general en el SIM. A través de la participación del PTB, será posible conectar esta intercomparación con las europeas [6].

II. Condiciones de medición

Los participantes midieron los errores de relación y de fase del CT itinerante a 5 A, 10 A, 25 A, 50 A, 100 A, 250 A, 500 A y 1000 A. La corriente de salida nominal fue de 5 A. Para cada rango, los puntos de prueba fueron: 5%, 20%, 100% y 120% de la corriente nominal del rango. Las frecuencias fueron de 50 Hz, 60 Hz

o ambas, según las instalaciones de cada laboratorio [7] – [8]. La carga aplicada al TC fue de 6 VA con factor de potencia unitario, y la temperatura estaba en el rango de 20 °C a 25 °C. La definición del error en la comparación (μA/A - μrad) fue

$$\varepsilon = \frac{10^6 \times (K_n I_s - I_p)}{I_p} \qquad (1)$$

donde *Kn* es la relación de transformación nominal, es la corriente primaria e es la corriente secundaria.

III. Patrón viajero

Se utilizó como patrón viajero un transformador de corriente de dos etapas (CONIMED-TI1205), con la adición de un compensador electrónico (LABUTE-201108) (véase Fig. 2). El compensador permitió reducir los errores, así como la influencia de la carga (una variación de 1 VA afectó a los errores en menos de 0.1 ppm), y mejorar su estabilidad.

IV. Valor de referencia de la comparación

Como los errores del TC viajero son desconocidos, se define un valor de referencia de la comparación (CRV) basado en el promedio de los valores declarados por los participantes, ponderados por sus incertidumbres. Esto es, se asigna mayor peso a aquellos laboratorios que declaren menores incertidumbre, en el entendido que poseen mejores medios de medición.



Fig. 2. TC patrón viajero con compensador electrónico.

Para este cálculo solo se utilizaron los laboratorios que tienen trazabilidad independiente. Otros, cuyos patrones fueron calibrados por laboratorios integrantes de esta ronda, no pueden ser tomados en cuenta para el cálculo del CRV por estar correlacionados. Estos fueron UTE, INTI y PTB. El CRV se determinó de acuerdo a

$$CRV = \sum_{i=1}^{n} w_i \varepsilon_i \qquad (2)$$

donde es el error de relación reportado o el valor de desplazamiento de fase para el laboratorio i en partes en 106, n es el número de laboratorios con resultados de medición de origen independiente, y el peso wi se determina de acuerdo con

$$w_i = \frac{\frac{1}{u_i^2}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{u_i^2}} \qquad (3)$$

ui es la incertidumbre estándar combinada de , en partes en 106. La incertidumbre del *CRV* se calcula de acuerdo con

$$U_{CRV}^2 = \sum_{i=1}^{n} w_i^2 u_i^2 \qquad (4)$$

V. Resultados

Para estimar la deriva de TC itinerante, UTE midió los errores en tres ocasiones separadas, al principio de la comparación, entre rondas y al final. No se observó ninguna variación significativa durante todo el largo período de comparación, por lo que no se realizó ninguna corrección debido a este factor. La Fig. 3 muestra los valores medidos solo en la relación de 5/5 (deriva inferior a 10^{-7}/año), pero se observó un comportamiento similar en todas las otras relaciones.

Todos los participantes midieron los errores a 60 Hz, mientras que sólo UTE, INTI y PTB pudieron medirlos a 50 Hz y 60 Hz. Los valores de incertidumbre expandida declarados mostraron una gran dispersión entre los participantes. El rango va de 3 μA/A a 230 μA/A para el error de relación, y de 3 μrad a 249 μrad para el desplazamiento de fase.

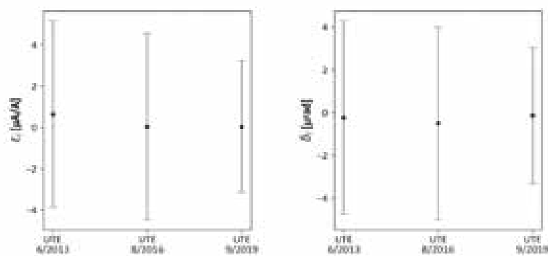


Fig. 3. Diferencias de error de relación en el rango 1000/5, I/In-100%, frecuencia 60 Hz, para todos los participantes.

Los resultados de todos los participantes se procesaron para obtener las diferencias entre sus resultados y el CRV. Las Fig. 4 y 5 muestran resultados típicos de la comparación a 60 Hz y la Fig. 6, a 50 Hz.

Salvo en un porcentaje reducido de valores, las diferencias encontradas están cubiertas por las incertidumbres declaradas. Que algunos laboratorios declaren grandes incertidumbres no implica problemas ni evaluación negativa. Simplemente, sus sistemas de medida y sus incertidumbres son suficientes para cubrir los requisitos de sus clientes.

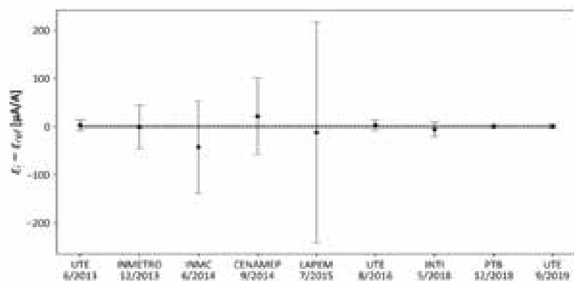


Fig. 4. Diferencias de error de relación en el rango 1000/5, I/In-100%, frecuencia 60 Hz, para todos los participantes.

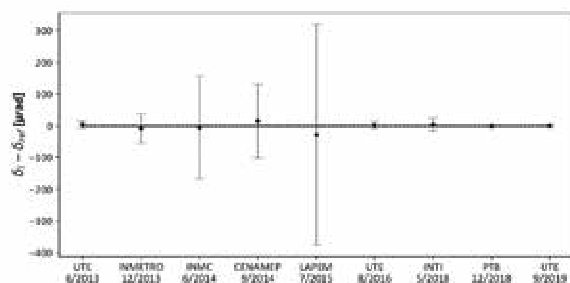


Fig. 5. Diferencias de fase en el rango 1000/5, I/In-100%, frecuencia 60 Hz, para todos los participantes.

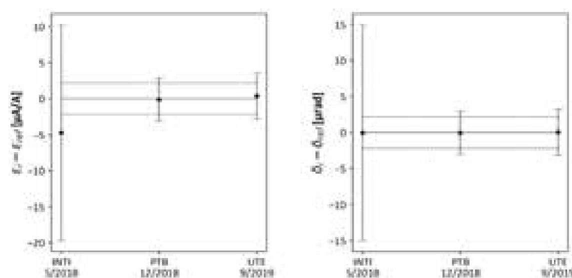


Fig. 6. Error de relación (izquierda) y fase (derecha) en el rango de 50/5, I/In-5%, frecuencia 50 Hz.

VI. Conclusiones

Los resultados proporcionados por los laboratorios participantes indican un buen acuerdo, con pocas excepciones. En total, hubo 896 valores de comparación. El 97% de ellos eran compatibles con el CRV. Sólo dos laboratorios tuvieron algunos valores fuera de rango, mientras que tres laboratorios proporcionaron valores de error muy precisos teniendo en cuenta sus incertidumbres declaradas. Los laboratorios con las incertidumbres más bajas mostraron un muy buen acuerdo. Para ellos (PTB, UTE), el grado de equivalencia estuvo en el orden de 0,5 x 10^{-6} para todos los puntos de medición. Esto avala los procedimientos de medida, los equipamientos y la idoneidad de sus técnicos.

Referencias

ISO/IEC 17025:2017, "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración".

D. Slomovitz, A. Santos, R. Sandler, G. Barreto, "Self-Calibrating High Precision Current Transformer," CPEM 2020, Conference on Precision Electromagnetic Measurement, 2020.

D. Slomovitz, L. Trigo, A. Santos, G. Aristoy, "High-Precision Current Comparator for Current Transformer Calibrations," X-SEMETRO Conference, Buenos Aires, Argentina, 2013.BIPM

D. Slomovitz, A. Santos, R. Sandler, G. Barreto, G. Aristoy, J. Casais, P. Cals de Oliveira, A. Zipaquira, J. Gonzalez, S. Ochoa, E. Mohns, "SIM Comparison of AC Current Ratio Using Instrument Current Transformers," CPEM 2020, Conference on Precision Electromagnetic Measurement, 2020.

K. Draxler, et al, "Results of an International Comparison of Instrument Current Transformers up to 10 kA at 50 Hz Frequency," CPEM 2018 Conf. Digest, July 2018.

A. Santos, G. Aristoy, D. Slomovitz, "A step-up calibration for standard current transformers," Sixth IEEE/PES Transmission and Distribution: Latin America Conference and Exposition (T&D-LA), Montevideo, Uruguay, 2012.

E. Mohns, G. Roeissle, S. Fricke and F. Pauling, "An AC Current Transformer Standard Measuring System for Power Frequencies," IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 66, no. 6, pp. 1433 - 1440, June 2017.

Formalización de los Tipos de Sesión en la Teoría Constructiva de Tipos

Autores: Dr. Ernesto Copello, Dr. Nora Szasz y Dr. Álvaro Tasistro,
Facultad de Ingeniería, Universidad ORT Uruguay

En sistemas distribuidos es común que la comunicación sincrónica punto a punto por un canal entre dos procesos consista en un diálogo estructurado descrito por cierto protocolo, el cual especifica el formato, dirección y secuenciación de los mensajes. En [1] se introdujeron los Tipos de Sesión (Session Types), con el fin de controlar estáticamente que la comunicación siga un protocolo preestablecido. Los Tipos de Sesión imponen una disciplina que garantiza la compatibilidad en los patrones de interacción entre los procesos de un programa bien tipado. Los errores capturados por este sistema van desde desacuerdos en el formato o tipo de un mensaje entre el emisor y el receptor, interferencia de procesos externos en la comunicación punto a punto entre dos procesos, colisiones de mensajes (ambas puntas envían información al mismo tiempo sobre un mismo canal), hasta algunos tipos de deadlocks cuando ambos procesos quedan esperando simultáneamente por información sobre un mismo canal.

Introducimos los Tipos de Sesión mediante un ejemplo clásico de la literatura [2,3]. Definimos a continuación el protocolo que describe una interacción simplificada entre un usuario y un cajero automático. Denotamos mediante letras *cursivas* a los datos que viajan, mientras que utilizamos **negrita** para las opciones y procesos, utilizando la primer letra en mayúscula en estos últimos.

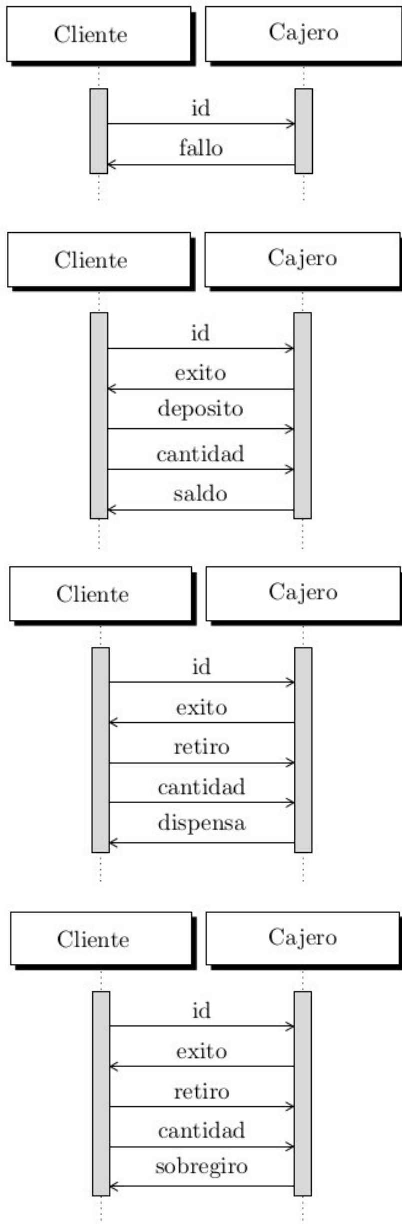
1. El **Cliente** comunica su *id* al cajero (el *id* es un número natural).
2. El **Cajero** contesta si se tiene *fallo* o *éxito*.
3. Si la respuesta es *fallo* entonces la interacción termina.

Pero si en cambio es *éxito*, el **Cliente** responde con una de las siguientes dos secuencias de interacciones:
a. El **Cliente** inicia un **depósito**.
b. El **Cliente** comunica la *cantidad* a ser depositada (*cantidad* es un número natural).
c. El **Cajero** devuelve el *saldo* (*saldo* es un número natural).

O, alternativamente:
a. El **Cliente** inicia un **retiro**.
b. El **Cliente** comunica la *cantidad* a ser retirada.
c. Dependiendo de si el saldo actual es mayor o no a la cantidad deseada, el **Cajero** responde con alguna de las siguientes interacciones:
- El **Cajero dispensa** la cantidad pedida.

O, alternativamente:
- El **Cajero** informa un **sobregiro**.

Las siguientes imágenes resumen los escenarios posibles en el protocolo descrito anteriormente:



Desde el punto de vista del **Cliente** el protocolo puede describirse mediante la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{lll} ![\mathsf{nat}]; & & \\ \&\{\textbf{fallo}: & \mathsf{end} & \\ \;,\textbf{éxito}: & \oplus\{\textbf{depósito}: & ![\mathsf{nat}];?[\mathsf{nat}];\mathsf{end} \\ & \;,\textbf{retiro}: & ![\mathsf{nat}];\&\{\textbf{dispensa}:\mathsf{end} \\ & & \;,\textbf{sobregiro}:\mathsf{end}\}\}\} \end{array} \qquad (1)$$

Se utilizan los operadores “**!”** y “**?”** para indicar el envío y recepción de información de cierto tipo respectivamente. Los operadores “**&**” y “⊕” indican la posibilidad de aceptar o seleccionar una opción respectivamente.

Así, mediante la expresión “**!nat”**, el protocolo comienza describiendo que el **Cliente** envía un natural.

Luego con el operador “**&**” se especifica que espera una de las opciones: **fallo** o **éxito**. - En caso que la opción recibida sea **fallo**, mediante el tipo **end** se especifica que no es posible ya comunicación alguna.

En caso que la opción recibida sea **éxito**, mediante “⊕” describe que puede seleccionar arbitrariamente la opción **depósito** o **retiro**. Luego, en caso de decidir la opción **depósito** se comporta de la siguiente forma: primero envía un natural “**!nat**”, luego espera un natural “**?nat**”, para finalmente dar por terminada la comunicación, lo cual se representa mediante **end**. En cambio, sii la opción elegida es de **retiro**, envía un natural “**!nat**”, y luego mediante “**&**” especifica que espera una de las siguientes opciones: **dispensa** o **sobregiro**. En cualquiera de estos dos casos la comunicación termina.

Este mismo protocolo puede ahora ser visto desde el punto de vista del Cajero:

$$\begin{array}{lll} ?[\mathsf{nat}]; & & \\ \oplus\{\textbf{fallo}: & \mathsf{end} & \\ \;,\textbf{éxito}: & \&\{\textbf{depósito}: & ?[\mathsf{nat}];![\mathsf{nat}];\mathsf{end} \\ & \;,\textbf{retiro}: & ?[\mathsf{nat}];\oplus\{\textbf{dispensa}:\mathsf{end} \\ & & \;,\textbf{sobregiro}:\mathsf{end}\}\}\} \end{array} \qquad (2)$$

Observar al principio que cuando el **Cliente** envía un natural, el **Cajero** debe ahora estar listo para recibirlo, lo cual se especifica mediante la expresión “**?nat**”. Los operadores “!” y “?” son duales (o complementarios) en este sentido ya que para establecer una comunicación entre dos procesos uno debe recibir y el otro enviar información del mismo tipo. Análogamente sucede con los operadores “**&**” y “⊕”: si un proceso tiene la posibilidad de seleccionar entre varias opciones, lo cual es especificado mediante “⊕”, el otro proceso debe ser capaz de aceptar cualquiera de ellas, lo cual es indicado con “**&**”, y viceversa.

Estas dos formas de describir este protocolo tanto desde el punto de vista del **Cliente** como el dual correspondiente al **Cajero**, se corresponde con los Tipos de Sesión asociados al canal de comunicación entre estos dos agentes. El primer Tipo de Sesión se corresponde con el extremo del canal del **Cliente**, y el segundo se asocia al extremo opuesto del canal, correspondiente al **Cajero**.

La dualidad entre estos dos Tipos de Sesión se generaliza dado lugar a la noción de tipo dual o tipo complementario. Si llamamos α al tipo descrito en el primer ejemplo, entonces denotaremos a $\underline{\alpha}$ al tipo especificado en el segundo ejemplo.

Mostramos ahora un posible *proceso* para un **Cliente**.

```
Cliente =   accept a(x) in
              (x![id];
               x ▷ {fallo     : inact
                   ,éxito     : if ... then
                                  x ◁ depósito;
                                  x![cantidad];
                                  x?(saldo) in inact                (3)
                                else
                                  x ◁ retiro;
                                  x![cantidad];
                                  x ▷ {dispensa : inact
                                      ,sobregiro : inact}})
```

En el proceso **Cliente**, el nombre **a** designa un puerto común, y la primitiva ***accept*** establece que el proceso acepta un diálogo o sesión el cual es designado con el nombre **x**. En realidad esta variable de canal **x** representa un extremo del canal, justamente el correspondiente al **Cliente**.

Un posible proceso para un **Cajero** es el siguiente, donde la variable de canal **y** tiene el tipo de sesión $\underline{\alpha}$:

```
Cajero =   request a(y) in
             (y?(id) in
               (if ... then
                  y ◁ fallo; inact
                else
                  y ◁ éxito;
                  y ▷ {depósito :   y?(cantidad) in
                                      (...;
                                      y![saldo];                    (4)
                                      inact)
                      ,retiro :     y?(cantidad) in
                                      (if ... then
                                         y ◁ dispensa;
                                         inact
                                       else
                                         y ◁ sobregiro;
                                         inact)})))
```

La primitiva ***request*** es complementaria a ***accept*** y, entre las dos acuerdan un canal de comunicación sobre el nombre de puerto **a**. Los nombres de variables **x** e **y** representan cada extremo de este canal de comunicación creado mediante las primitivas anteriores.

La operación "**!**" permite enviar información por un canal, mientras que la operación "**?**" se utiliza para recibir información. Notar que esta sintaxis es la misma que la usada en los Tipos de Sesión.

Para el envío y recepción de información (datos) hay variables de tipo **nat** como *id*, *cantidad* y *saldo*. Por otro lado, para seleccionar una opción sobre un canal se utiliza el operador ◁, y para aceptar opciones por un canal se utiliza ▷. La primitiva ***inact*** determina el fin del proceso.

Se dispone también de saltos condicionales a través de la primitiva **if … then… else…**. En la literatura se los denomina también *ramas internas*, dado que son bifurcaciones debidas a condiciones internas del proceso, en contraposición a la selección de opciones que brindan *ramas externas*, donde la selección de la rama que será ejecutada depende de procesos externos.

Finalmente, utilizando el operador "**|**", podemos ahora *componer* el proceso **Cliente** con el proceso **Cajero**, para representar así el proceso en el cual estos dos procesos interactúan en paralelo: **Cliente | Cajero**

Como vimos anteriormente los tipos de sesión de ambos procesos son complementarios, el sistema de tipos garantiza que sólo se puedan componer procesos duales, o sea que dialoguen coherentemente.

Para realizar una formalización de los Tipos de Sesión utilizamos la *Teoría Constructiva de Tipos*. Esta teoría es un sistema fundacional para la matemática constructiva desarrollada por el lógico sueco Per Martin-Löf. Siguiendo el isomorfismo de Curry-Howard [4], un teorema es representado mediante un tipo de datos y una prueba de este teorema es un objeto de ese tipo. Así, una prueba de un teorema es en general una función que, dadas pruebas de las hipótesis, computa una prueba de la tesis del teorema. Este sistema puede también ser usado como un lenguaje de programación, donde las especificaciones son representadas como tipos de datos y los programas como objetos de esos tipos. Gracias a que el control de tipos es *decidible* tenemos una forma automática de verificar la corrección de las demostraciones y de los programas. Aprovechamos esta característica para desarrollar un algoritmo de inferencia de Tipos de Sesión, para luego, utilizando el poder expresivo de la Teoría Constructiva de Tipos, razonar acerca de propiedades de este algoritmo.

Nuestra principal contribución fue la demostración del teorema de existencia de esquema de tipo principal para los Tipos de Sesión, que, en términos prácticos se traduce en que la condición de compatibilidad en los diálogos entre procesos concurrentes es verificable

estáticamente y sin necesidad de incluir anotaciones de tipos en los procesos.

El sistema de tipos y el algoritmo de inferencia fueron formalizados utilizando el sistema Agda [5]. Éste es un lenguaje de programación con tipos funcionales dependientes, y a su vez un asistente de pruebas basado en la Teoría Constructiva de Tipos. Tiene familias inductivas, esto es, tipos de datos que dependen de valores. Posee también módulos parametrizables.

Referencias

[1] K. Honda, "Types for dyadic interaction," in CONCUR'93, Lecture Notes in Computer Science, E. Best, Ed. Springer Berlin / Heidelberg,1993, vol. 715, pp. 509–523, Available: http://dx.doi.org/10.1007/3-540-57208-2.

[2] K. Honda, V. T. Vasconcelos, and M. Kubo, "Language primitives and type disciplines for structured communication-based programming," in ESOP'98, LNCS, vol. 1381. Springer, 1998, pp. 22–138.

[3] M. Dezani-ciancaglini, "Sessions and session types: an overview," In 6th International Workshop on Web Services and Formal Methods (WS-FM'09), Tech. Rep., 2010.

[4] W. A. Howard, "The formulas-as-types notion of construction," in To H.B. Curry: Essays on Combinatory Logic, Lambda Calculus, and Formalism,J. P. Seldin and J. R. Hindley, Eds. Academic Press, 1980, pp. 479–490,reprint of 1969 article.

[5] U. Norell. Dependently typed programming in agda. In Proceedings of the 4th International Workshop on Types in Language Design and Implementation, TLDI '09, pages 12, New York, NY, USA, 2009. ACM.





HASTA **30%** DE DESCUENTOS

CONOCÉ TODOS NUESTROS CONVENIOS

AAHES
A&E Estudio juríduco notarial
Altmann y asociados
Auto OK
Auxicar
Banco de Seguros del Estado
Berlitz
CECATEC
Centro de Producción Más Limpia
Compañía del Sur Viajes y turismo
Complejo Turístico Chuy
Edu School
Elbio Fernández
Europcar
Gate Uruguay
IMUR – Instituto de Marketing del Uruguay
INCAL
Instituto Crandon
Isede
KALYA Soluciones Informáticas
Miguel Cames Contador Público
Óptica Altieri
Plaza Business Center
Quality International
Queen´s School
Salir a Comer
Saludent
San Pedro del Timote
TCC
Termas Villa Elisa
Ucam Business School
UNIT
Universidad Católica del Uruguay
Universidad de la Empresa
Universidad de la República
Universidad de Montevideo
Universidad ORT
WZCAL - Uruguay

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DEL URUGUAY

Cuareim 1492
(+598) 2900 8951
aiu@vera.com.uy
www.aiu.org.uy

aingenierosu
aingenierosu
aingenierosu
@aingenierosu